www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

1e JAARGANG NUMMER 4 APRIL 1936

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUCTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

REDACTIE: HET NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN

OVER DE ONTWIKKELING DER LAMPEN MET DUBBELSPIRALEN

door W. GEISS.

Samenvatting. De dubbel gespiraliseerde gloeidraad geeft bij dezelfde uitstraling minder warmte af aan het omringende gas dan de enkelvoudig gespiraliseerde draad. Daardoor wordt vooral bij lampen van klein vermogen een belangrijke verbetering van het rendement bereikt.

Een van de voornaamste doeleinden der gloeilampenindustrie is het fabriceeren van lichtbronnen, die electrische energie met een zoo groot mogelijk nuttig effect omzetten in zichtbaar licht. Om dit doel te bereiken werden de laatste tien jaar gelijktijdig twee verschillende wegen ingeslagen. In de eerste plaats werden lichtbronnen ontwikkeld, die op een geheel nieuw beginsel berusten, namelijk de gasontladingslampen, over welke in dit tijdschrift reeds herhaaldelijk geschreven is. In de tweede plaats echter werden systematisch alle mogelijkheden onderzocht om het nuttig effect der bestaande gloeilampen te verbeteren. Ook in dit opzicht werd een belangrijke schrede voorwaarts gedaan, waarmee de naam van de „Bi-arlita"-lamp nauw verbonden is. Deze lamp werd ongeveer twee jaar geleden in de handel gebracht. In het volgende zal iets uitvoeriger worden ingegaan op de ontwikkeling, die geleid heeft tot deze nieuwe constructie.

Het nuttig effect van een gloeilamp neemt snel toe met de temperatuur van de draad. Dit bereikt men echter ten koste van de levensduur, daar ook de verdampingssnelheid van de draad sterk toeneemt. Het streven om een hooger nuttig effect te verkrijgen moet er in de eerste plaats op gericht zijn de verdampingssnelheid klein te houden of, wat op hetzelfde neerkomt, bij een gegeven verdampingssnelheid een zoo hoog mogelijke temperatuur te bereiken.

Twee wegen werden daartoe ingeslagen:

1. men zocht een materiaal, dat zoo langzaam mogelijk verdampt;
2. men zocht een geschikte gasvulling.

Zooals bekend werd oorspronkelijk koolstof als materiaal gebruikt (verkoolde bamboevezels); later gelukte het draden uit grafiet te vervaardigen. Een verdere verhooging van de gloei-temperatuur werd bereikt door metalen met een hoog smeltpunt te gebruiken: osmium, tantal en wolfraam. Met de wolfraamdraad werd de ontwikkeling voorloopig afgesloten. Het is niet uitgesloten, dat eenige metaaloxyden of -nitriden nog langzamer verdampen dan wolfraam, maar voorloopig is het nog niet gelukt uit de in aanmerking komende materialen draden te maken, die voldoende homogeen zijn. Daarom komt dan ook altijd nog wolfraam in de eerste plaats.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

De voornaamste eigenschappen van wolfraamdraad zijn in *tabel I* verzameld. Verlangt men een levensduur van 1000 uur, dan bereikt men bij een draaddikte van 0,01 mm volgens de tabel een nuttig effect van ongeveer 10 Lumen/watt. Bij een draaddikte van 0,1 mm zouden onder dezelfde voorwaarden ongeveer 13 Lumen/watt bereikt kunnen worden. Deze getallen gelden voor rechte draden in vacuum.

Tabel I. Levensduur van een gloeiende, recht gespannen wolfraamdraad als functie van de temperatuur. De levensduur hangt volgens de ervaring dusdanig samen met de verdampingssnelheid en de dikte van de draad, dat in de loop van de gemiddelde levensduur 10 % van de massa van de draad verdampt (overgenomen van C. Zwikker, Physica **5**, 252, 1925).

Absolute temperatuur	Rendement	Verdampingssnelheid	Levensduur bij een diameter v. 0.01 mm	Levensduur bij een diameter v. 0.1 mm
°K	lumen/watt	gr/cm² sec.	uur	uur
2000	2,93	$15{,}5.10^{-15}$	$1{,}04.10^{7}$	$1{,}04.10^{8}$
2200	5,71	$22{,}4.10^{-13}$	$7{,}20.10^{4}$	$7{,}20.10^{5}$
2400	9,77	$13{,}8.10^{-11}$	$1{,}17.10^{3}$	$1{,}17.10^{4}$
2600	14,8	$41{,}7.10^{-10}$	38,6	386
2800	20,9	$83{,}3.10^{-9}$	1,9	19
3000	27,8	$10{,}5.10^{-7}$	0,15	1,5

De invloed van een gasvulling op de verdampingssnelheid willen we duidelijk maken aan de hand van *fig. 1*. Wij veronderstellen dat de draad

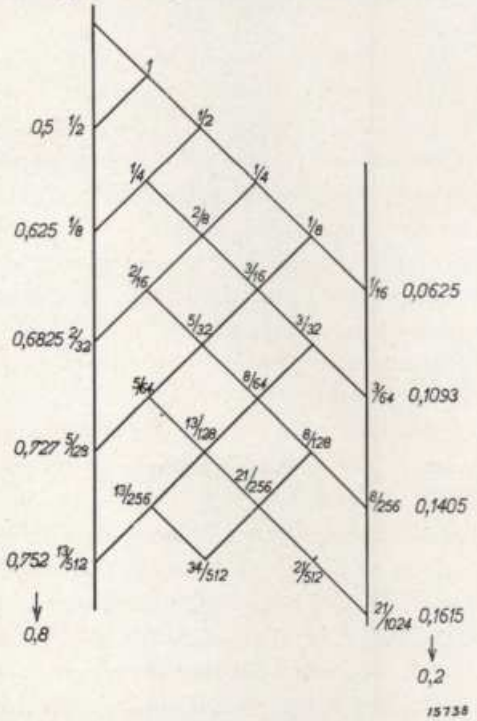


Fig. 1. Schematisch beeld van de diffusie van atomen door een gas. De door de linkerplaat geëmitteerde atomen worden telkens na een bepaalde weglengte voor de keuze gesteld, òf naar rechts òf naar links te gaan. Bij een afstand der platen van vijf dusdanige weglengten, bereikt maar een vijfde gedeelte van de geëmitteerde atomen de rechter plaat.

zich links van de verticale lijn bevindt. Een verdampend wolfraamatoom beweegt zich allereerst naar rechts. Na eenige botsingen met de gasmoleculen echter heeft het zijn aanvangsenergie verloren en het hangt verder van het toeval af of het atoom terugkeert of zich nog verder van de draad verwijdert. De atomen zullen voor de helft het ééne doen, en voor de helft het andere. Dit alternatief herhaalt zich telkens na meerdere botsingen. Men ziet uit fig. 1, dat slechts een klein gedeelte der atomen de tegenoverliggende wand bereikt. In het onderhavige geval van twee vlakke wanden, die een zoo groote afstand hebben, dat het bovengenoemde alternatief zich vijf keer herhaalt, wordt de verdampingssnelheid tot op een vijfde teruggebracht. *Fig. 2* stelt de resultaten voor van een proef, die gedaan is met wolfraamdraad van 75 μ diameter. Zooals men ziet wordt de verdampingssnelheid door een vulling van 50 tot 100 cm argon of stikstof tot op enkele procenten van haar beginwaarde teruggebracht.

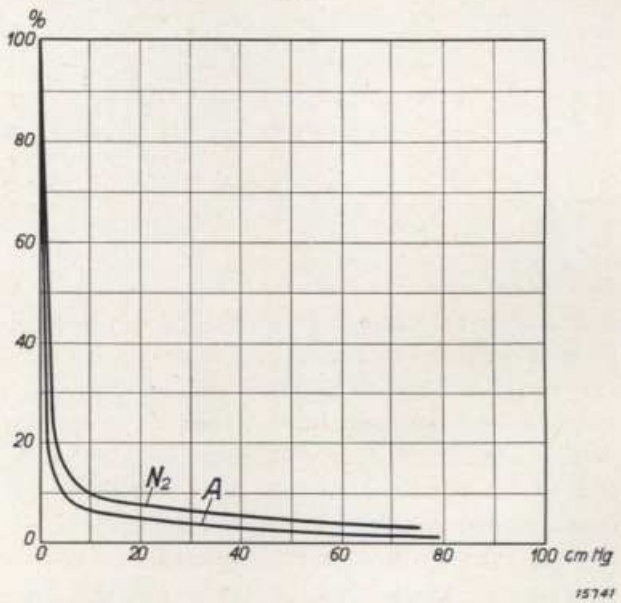


Fig. 2. Verdampingssnelheid van gloeiende wolfraamdraden in een stikstof- resp. argonatmosfeer als functie van de gasdruk.

Jammer genoeg heeft de gasvulling ook een nadeel: de warmtegeleiding van het gas veroorzaakt namelijk verliezen, die bij dunne draden zelfs grooter zijn dan de winst, die men door de temperatuurverhooging verkrijgt. Dikke draden gedragen zich in dit opzicht gunstiger. De ervaring leert, dat de warmteafgifte door het gas bij toenemende diameter slechts gering is, terwijl de straling evenredig is met de diameter; m.a.w. bij een bepaalde straling zijn de verliezen door warmtegeleiding ongeveer evenredig met de lengte van de gloeidraad. Langmuir, die het eerst op dit

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

eigenaardig verschijnsel attent maakte, heeft er de volgende verklaring van gegeven. Het warme gas om de draad heen, geraakt in strooming. De draad zelf is echter omringd door een gashuidje, dat in rust blijft, omdat de inwendige wrijving zeer groot is ten gevolge van de hooge temperatuur (vgl. *fig. 3*). De dikte van de in rust blijvende laag wordt bepaald door stroomingen aan de oppervlakte van de cylinder en hangt slechts weinig af van de diameter van de zooveel dunnere draad.

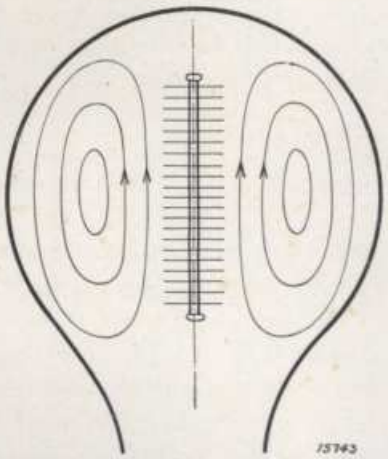


Fig. 3. De gloeiende draad is met een stilstaand laagje van enkele mm diameter omgeven. Buiten dit laagje zorgt de convectie van het gas voor een gelijkmatige temperatuurverdeeling. De afgegeven warmte wordt echter bepaald door de warmtegeleiding van het stilstaand laagje.

De energieverliezen worden bepaald door de warmtegeleiding door deze stilstaande laag en zijn evenredig met de lengte van de draad, wanneer men aanneemt, dat de dikte van de laag constant is.

Reeds vroeger werden in dit laboratorium onderzoekingen gedaan betreffende de warmtegeleiding van gloeidraden, waaruit duidelijk het gedrag van de in rust blijvende laag blijkt. Twee gelijke wolfraamdraden werden in een atmosfeer van argon (60 cm druk) evenwijdig aan elkaar opgehangen in een houder, die het mogelijk maakte de onderlinge afstand der draden te wijzigen, terwijl ze in bedrijf waren. De krommen *S* en *C* van *fig. 4* stellen voor de warmteafgifte door straling en geleiding als functie van de afstand der draden, bij constante temperatuur. Terwijl de warmteafgifte door de straling nagenoeg onveranderd blijft neemt die door geleiding sterk af, zoodra de stilstaande gaslagen van de beide draden elkaar doordringen. Bij zeer kleine afstand bedraagt de warmteafgifte door geleiding (kromme *C*) slechts de helft van de beginwaarde, terwijl die tengevolge van de straling (kromme *S*) nauwelijks veranderd is. De beide draden zijn dan door een gemeenschappelijke laag omgeven, die in rust blijft, waardoor de warmtegeleiding op die van een draad van de halve lengte terug is gegaan.

De verliezen door warmtegeleiding spelen vooral bij kleine lampen een belangrijke rol. Hoe kleiner

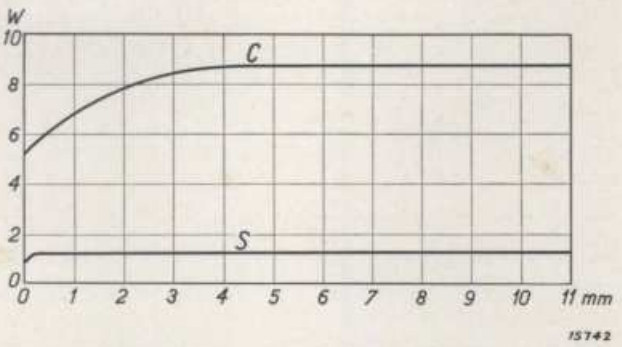


Fig. 4. Warmteafgifte van twee gloeiende draden als functie van hun onderlinge afstand:
Kromme *S*: straling (gemeten in vacuum).
Kromme *C*: geleiding en convectie van de gasvulling. De warmteafgifte aan het gas vermindert sterk, wanneer de draden zoo dicht bijeenkomen, dat de stilstaande laagjes elkaar doordringen. De straling daarentegen is vrijwel onafhankelijk van de afstand tusschen de draden.

het vermogen is, des te dunner worden de wolfraamdraden en des te geringer wordt dus de straling per lengte-eenheid, ten opzichte van het verlies door de warmtegeleiding.

Een belangrijke vooruitgang voor kleine lampen werd bereikt door de draad te spiraliseeren. Wordt een lange dunne draad tot een spiraal gewikkeld, dan gedraagt hij zich wat de warmteverliezen betreft als een draad, die de lengte en doorsnede van de spiraal heeft. Op deze wijze komt men tot aanzienlijke verkorting der draadlengte, de verkorting is des te sterker, naarmate de doorsnede van de spiraal grooter is.

De diameter van de spiraal kan echter niet willekeurig groot gekozen worden. Met toenemende diameter neemt namelijk de stevigheid van de spiraal af, zoodat er kans bestaat, dat de onvermijdelijke trillingen kortsluiting tusschen de windingen veroorzaken. Toch gelukte het om de verliezen door geleiding nog kleiner te maken door de spiraal opnieuw op een kern te wikkelen, m.a.w. door de draad twee keer te spiraliseeren tot een z.g. dubbelspiraal.

De eerste proeven met dubbelspiralen werden reeds 20 jaar geleden gedaan, maar mislukten, omdat men toen niet de juiste werkwijze kende, om deze dubbelspiralen te maken. De spiraal had nl. de eigenschap om gedurende het gloeien aanzienlijk langer te worden, zoodat het gloeilichaam van een oude lamp doorzakte als een guirlande.

Uitgebreide onderzoekingen aan wolfraamdraden, die op verschillende manieren koud bewerkt en warm behandeld waren, toonden aan, dat de door-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

zakking f als functie van de tijd t kan worden voorgesteld door de formule:

$$f = a_1 + a_2 t^b \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

De doorzakking in het beginstadium a_1 ontstaat gedurende de eerste verhitting van de draad op gloeitemperatuur; zij is afhankelijk van de voorbehandeling van het wolfraam. Door een geschikte voorbehandeling heeft men de exponent b sterk kunnen verlagen. Tenslotte gelukt het ook de begindoorzakking a_1 aanzienlijk kleiner te maken, door de eenmaal gewikkelde spiraal langere tijd op hooge temperatuur te gloeien, waardoor zij een geschikte kristalstruktuur verkrijgt. Om te verhinderen, dat de draad langer wordt gedurende dit gloeiproces, bleek het noodzakelijk voor de kern, waarop de spiraal gewikkeld wordt, een stof met een hoog smeltpunt te kiezen. Zoowel de primaire als de secundaire spiraal werden daarom op een kern van molybdeen gewikkeld, die na de thermische behandeling van de spiraal langs chemischen weg verwijderd werd. In *fig. 5* worden voorgesteld de draden van een moderne en een oude lamp (beide na 1000 branduren) en men kan er uit zien, hoe in de loop der laatste jaren de stijfheid der spiralen vooruitgegaan is.

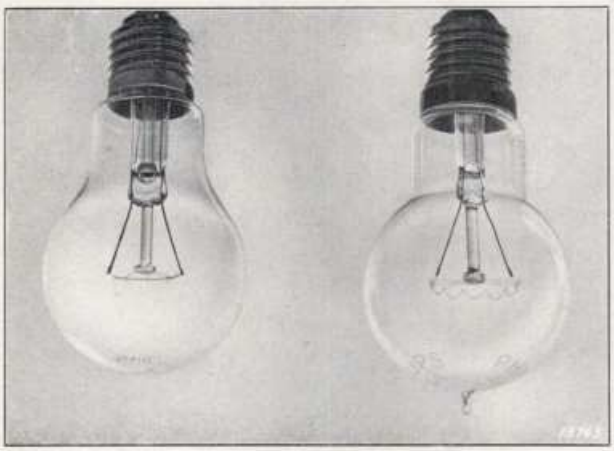


Fig. 5. Een lamp met niet-doorzakkende (dubbele) gloeispiraal en een lamp met dóórzakkende (enkelvoudige) gloeispiraal, beiden na ca. 1000 branduren. Het is duidelijk, dat men uit het doorzakken van de draad geen conclusies kan trekken over de brandduur van de lamp.

In *fig. 6* is die verbetering weergegeven. De figuren toonen duidelijk aan dat het tegenwoordig niet meer mogelijk is de brandduur van een lamp te beoordeelen naar de doorzakking van de draden. Dit geldt ook voor de enkelvoudige spiralen, die evenzeer geprofiteerd hebben van de moderne fabricatiemethode.

Als gasvulling werd voor de dubbelspiraallampen evenals voor de gewone spiraallampen een argon-stikstofmengsel gebruikt. Daar zoowel de warmtegeleiding als de verdampingssnelheid met grooter wordend atoomgewicht van de gassen kleiner worden, lag het voor de hand de eigenschappen van de edelgassen met grooter atoomgewicht te onderzoeken. Dit kon eerst in de jongste tijd gedaan worden, nadat de technische moeilijkheid om krypton en xenon in voldoende hoeveelheid en tevens voldoende zuiver te bereiden overwonnen was, zoodat er proeven op grootere schaal genomen konden worden [1]).

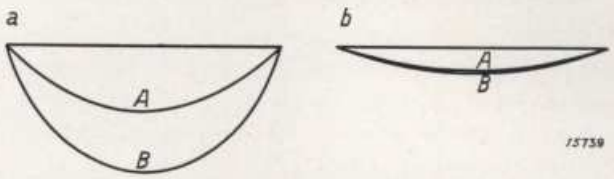


Fig. 6. Voor de diepte f van het doorzakken als functie van de tijd t geldt de betrekking: $f = a_1 + a_2 t^b$. De figuur geeft een beeld van het dóórzakken; A na 1 uur, B na 500 uur.
a) doorzakkende draad: $a_1 = 0{,}08$; $a_2 = 0{,}08$; $b = 0{,}150$
b) niet-doorzakkende draad: $a_1 = 0{,}00$; $a_2 = 0{,}08$; $b = 0{,}005$

Inderdaad werd een aanzienlijke vermindering der verdampingssnelheid gevonden; in krypton is deze onder de in de praktijk geldende condities ongeveer half zoo groot als in argon. Ook het verlies door de warmtegeleiding wordt aanmerkelijk kleiner, zooals uit de in de getallen van het in *tabel II* gegeven voorbeeld blijkt.

Tabel II. Verlies door warmtegeleiding van de gasvulling.

gas	verlies door warmtegeleiding %
argon	100
krypton	68
xenon	53

In weerwil van de voordeelen, die er aan verbonden zijn, blijkt het niet economisch om tot de kostbare kryptonvulling over te gaan. Of dit in de toekomst het geval zal zijn, hangt af van eventueele vorderingen in het bereiden der edelgassen.

Bij de dubbelspiraallampen is ook nieuw, dat elk exemplaar zijn eigen ingebouwde veiligheid bezit. De bij het doorbranden der lamp ontstaande vonk kan namelijk als de omstandigheden daar-

[1]) Krypton en xenon zijn bestanddeelen van de atmosfeer; 1 m³ lucht bevat ongeveer 10 cm³ krypton en 1 cm³ xenon.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

voor gunstig zijn, een electrische lichtboog tusschen de electroden veroorzaken. Dan smelt deze zekering door en de zekering in het huis wordt gespaard.

De vroeger veelvuldig gebruikte half-matteering is bij de dubbelspiraallamp vervangen door een inwendige matteering, nadat het gelukt is de lichtabsorptie van deze laatste kleiner te maken dan die van de eerste; zij bedraagt nog slechts 0,5 tot 1% tegenover 2% bij de half-matteering. Bovendien is de halfmatteering lichttechnisch foutief, daar zij werkt als een reflector, zoodat 60% van het licht naar boven wordt gestraald en slechts 40% naar beneden. In het diagram van de verdeeling van de lichtstroom is dit verschil duidelijk te zien (*fig.* 7).

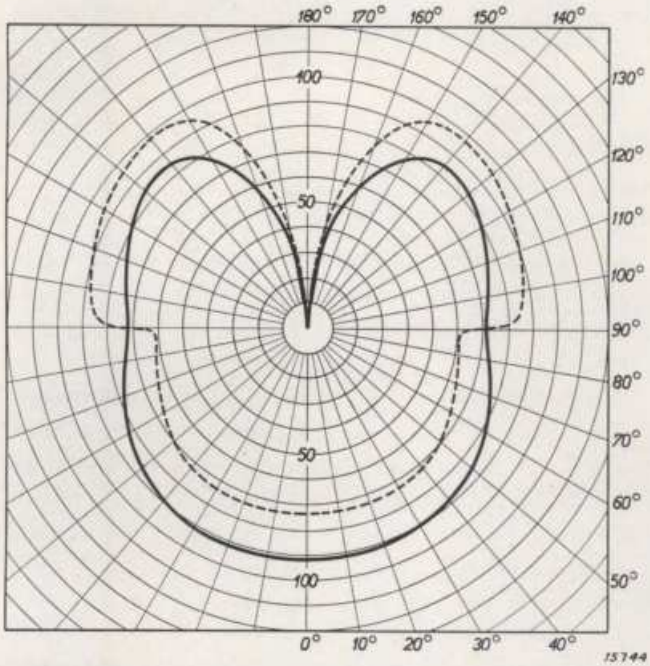


Fig. 7. Diagram van de lichtverdeeling voor een inwendig gematteerde lamp (getrokken lijn) en een half-gematteerde lamp (stippellijn). De halfmatteering gedraagt zich als een reflector, die een deel van het naar beneden uitgestraalde licht naar boven terugkaatst.

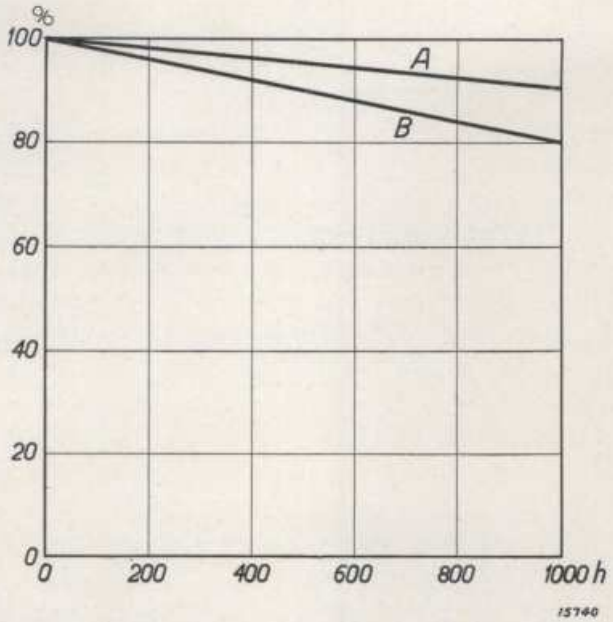


Fig. 8. Achteruitgang van het rendement als functie van de brandduur.

A voor een dubbelgespiraliseerde draad.
B voor een enkelvoudig gespiraliseerde draad.

Resumeerend kan men zeggen, dat de overgang van de enkelvoudige spiraal naar de dubbele, bij gelijke lichtstroom van de nieuwe lamp een energiebesparing van 7 tot 10 watt heeft gegeven. Gerekend over de totale levensduur van de lamp verkrijgt men tevens een betere verlichting, daar, zooals uit *fig. 8* blijkt, de vermindering van het rendement gedurende de brandduur bij de dubbelgespiraliseerde draad aanzienlijk kleiner is dan bij de enkelvoudig gespiraliseerde.

Digitized by www.freeservicemanuals.info
Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

EIGENSCHAPPEN VAN HET OOG IN VERBAND MET HUN BETEEKENIS VOOR DE WEGVERLICHTING

door P. J. BOUMA.

Samenvatting. Na een korte beschouwing over de manier van waarnemen op kunstmatig verlichte wegen wordt nagegaan, op welke wijzen het oog hier te kort kan schieten. Het al of niet falen van het oog wordt in hoofdzaak bepaald door de gezichtsscherpte, contrastgevoeligheid, contrastrijkheid en waarnemingssnelheid. Besproken wordt de samenhang van deze verschijnselen met de volgende eigenschappen van het oog: accomodatie, pupilgrootte, chromatische en sferische aberratie, astigmatisme, adaptatie, verblinding en Purkinje-effect.

Wanneer men de vraag stelt: „hoe moeten we een goede wegverlichting maken?", dan moet men er zich goed van bewust zijn, welk een uiterst gecompliceerd probleem men hier stelt, een probleem, waarvan de oplossing alleen geleverd kan worden door de samenwerking van zeer uiteenloopende takken van wetenschap, terwijl ook een ruime dosis practische ervaring onontbeerlijk is. In het bijzonder moeten we in het oog houden, dat wij met het oog op de verkeersveiligheid willen bereiken, dat we goed zullen zien op de weg. Behalve door een aantal technische en physische gegevens (zooals helderheidsverdeeling, physische samenstelling van het licht, enz.) wordt dit zien in hooge mate beïnvloed door de bijzondere eigenschappen van ons oog. Een nauwkeurige studie van deze oog-eigenschappen zal dus een onontbeerlijk onderdeel vormen van het probleem der wegverlichting.

Het oog is wel een der merkwaardigste instrumenten, die de natuur ons gegeven heeft; merkwaardig om de zeer uiteenloopende functies, die het kan verrichten, merkwaardig ook om zijn enorme gevoeligheid, merkwaardig tenslotte om de zeer uiteenloopende omstandigheden, waaronder het een bruikbaar instrument is.

Bij de bestudeering in verband met de wegverlichting zullen we ons echter juist dikwijls bezig moeten houden met de fouten en tekortkomingen van dit bewonderenswaardige instrument, daar we voor een veilig verkeer in de eerste plaats moeten weten, wanneer en onder welke omstandigheden het oog in zijn functies dreigt te falen; door dit falen ontstaan namelijk vele ongevallen, die men bij een beter verlichtingssysteem zou kunnen voorkomen.

Om na te gaan, welke eigenschappen van het oog voor ons het belangrijkst zijn, moeten we eerst nagaan, op welke wijze het waarnemen op de weg feitelijk geschiedt. We merken een voorwerp op de weg steeds op, doordat het zich afteekent tegen zijn achtergrond, m.a.w. doordat een object van een bepaalde helderheid zich op een achtergrond van andere helderheid bevindt (kleurverschillen kunnen eveneens een — zij het meestal ook ondergeschikte — rol spelen bij dit contrast). Wanneer we het voorwerp opgemerkt hebben, willen we het graag herkennen d.w.z. zijn vorm zoo nauwkeurig mogelijk vaststellen en de afstand, waarop 't zich bevindt. Tenslotte is het van het grootste belang, dat deze herkenning snel geschiedt; soms is het voorwerp slechts korte tijd in een positie, die voldoende gunstig is voor de waarneming, vaak ook moeten we het object zeer snel herkennen, opdat tijdig maatregelen ter voorkoming van ongelukken genomen kunnen worden.

Uit het bovenstaande blijkt, dat de oorzaken van het falen van het oog in hoofdzaak tot drie groepen kunnen worden teruggebracht:

1e. De onmogelijkheid om zeer zwakke contrasten waar te nemen: het oog dreigt het object niet op te merken;

2e. Een onvoldoend nauwkeurige afbeelding van het object op het netvlies: het object kan niet herkend worden;

3e. Een te langzaam functionneeren van het oog: het object wordt niet snel genoeg opgemerkt en herkend.

De tweede oorzaak is het gemakkelijkst te overzien; er bestaat in dit opzicht een vérgaande analogie tusschen het oog en het fototoestel.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Zooals de cameralens het object op de gevoelige plaat afbeeldt, zoo beeldt de ooglens het object op het netvlies af. De brandpuntsafstand van de ooglens kan gevariëerd worden door de samentrekking van zekere spieren. Deze variatie noemt men accommodatie; zij stelt ons in staat om voorwerpen, die op zeer verschillende afstand van het oog liggen, achtereenvolgens scherp op het netvlies af te beelden. Deze accomodatie kunnen we bewust en naar willekeur doen plaats vinden; gewoonlijk wordt ze echter als gewoontebeweging (dus zonder er bij te denken) uitgevoerd. Verder is de ooglens voorzien van een variabel diafragma, waarmee de werkzame doorsnede van de lens — en daarmee zoowel de hoeveelheid licht als de kwaliteit van de afbeelding — gewijzigd kan worden. Deze verandering van pupilgrootte geschiedt geheel onafhankelijk van onze wil, als reflexbeweging tengevolge van de uitwendige omstandigheden.

De ooglens kan nu alle afbeeldingsfouten vertoonen, die ook bij gewone lenzen optreden; die afbeeldingsfouten, welke alleen uit een verteekening van het beeld bestaan, zijn bij het oog gewoonlijk niet storend: onze geest reconstrueert uit het beeld toch wel weer de voorstelling van het oorspronkelijke object; het sterkste voorbeeld hiervan is wel het feit, dat het omgekeerde beeld op het netvlies ons geen moeilijkheden oplevert, en dat het zelfs mogelijk is gebleken om bij vóórplaatsing van een optisch systeem, dat het beeld 90° draait (dus op zijn kant zet) op den duur weer „normaal" te zien. Zeer storend kunnen echter die afbeeldingsfouten zijn, welke daarin bestaan, dat de stralen die van één punt van het object uitgaan, niet allen in één punt van het netvlies vereenigd worden. De belangrijkste fouten van dit type, die alle de „scherpte" van het beeld op het netvlies en daarmee ook de gezichtsscherpte beinvloeden, zijn:

1e. Een onjuiste accomodatietoestand, welke op twee manieren kan ontstaan:
   a) Doordat het object op een afstand staat, waarop het oog in het geheel niet „scherp gesteld" kan worden (bij het normale oog is deze scherpstelling mogelijk tusschen 12 à 15 cm en oneindig, voor bijziende en vérziende oogen is dit gebied kleiner);
   b) Doordat het object licht van verschillende golflengten uitzendt: daar de brandpuntsafstand van de lens afhankelijk is van de golflengte (zie *fig. 1*), kan het oog voor hoogstens één golflengte de juiste accommodatietoestand hebben, voor alle andere staat het niet „scherp gesteld". Men leest uit fig. 1 b.v. af, dat een oog, dat voor λ_m = 5550 A° normaal is, bij 4000 A° een bijziendheid van 3,5, bij 7000 A° een verziendheid van 1,8 dioptrieën [1]) vertoont. Dit verschijnsel — de chromatische aberratie — is alleen te vermijden door gebruik van monochromatisch licht.

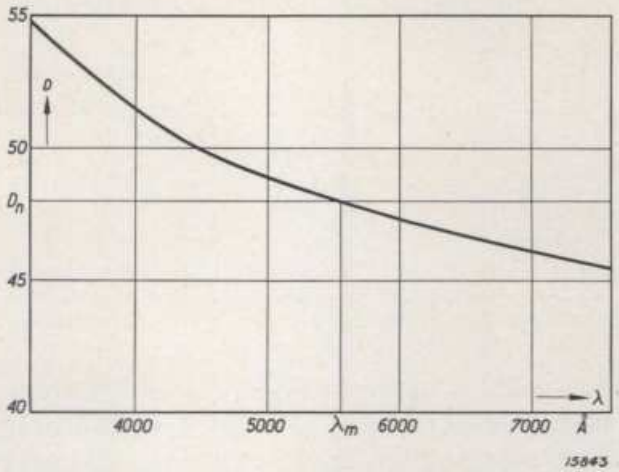


Fig. 1. Aantal dioptrieën D van het normale oog in ruststand voor verschillende golflengten λ. Bij de golflengte λ_m = 5550 A° (maximum van de ooggevoeligheidskromme) bedraagt het aantal dioptrieën van het normale oog (D_n) ongeveer 48. Het oog is dus volgens deze figuur bijziend voor blauw, vérziend voor rood licht.

2e. Het niet in één punt samenkomen van de monochromatische stralen, die van één punt uitgaan. Deze afwijking — sferische aberratie — die in elk normaal oog aanwezig is, kan verminderd worden door sterker diafragmeeren van de ooglens (hetzij door onwillekeurige samentrekking van de oogpupil, hetzij door aanbrenging van een kunstmatig diafragma vóór het oog).

3e. Astigmatisme: de stralen, die van een punt uitgaan en in het horizontale vlak verloopen, hebben een ander vereenigingspunt dan de stralen, die in een verticaal vlak liggen. Deze asymmetrie van het oog treedt veelvuldig als afwijking op, vaak ook als begeleidingsverschijnsel van bijziendheid of vérziendheid; ze is afhankelijk van de golflengte (*fig. 2*).

De drie genoemde fouten verlagen alle de gezichtsscherpte en maken dus het herkennen van de objecten op groote afstand moeilijker.

Om de eerste oorzaak van het falen van het oog (de onmogelijkheid om zwakke helderheidscontrasten waar te nemen) nader te bestudeeren,

[1]) Het aantal dioptrieën van een lens is de omgekeerde waarde van de in meters uitgedrukte brandpuntsafstand. Voor het normale oog in rusttoestand is D_n ongeveer 48.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

moeten we het oog opvatten als een meetinstrument, waarmee we helderheden meten. De eerste vraag, die men omtrent een dergelijk in-

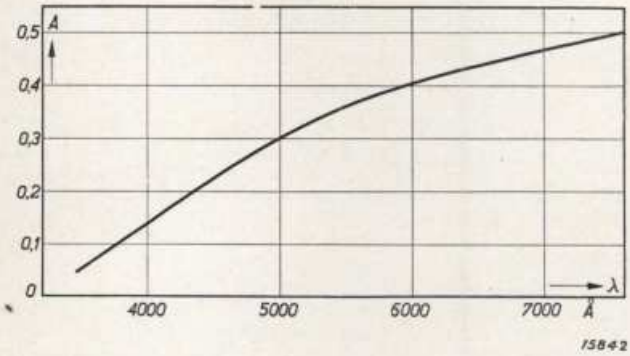


Fig. 2. Astigmatisme A in dioptrieën (d.w.z. $1/f_1 - 1/f_2$, waarin f_1 en f_2 de brandpuntsafstanden voorstellen voor lichtbundels, die resp. in het horizontale en het verticale vlak zijn gelegen) voor het bijziende oog van den schrijver, bij diverse golflengten λ.

strument kan stellen, is naar de grootte van zijn meetbereik, met andere woorden: het gebied van helderheden, bij welke het oog nog een bruikbaar meetinstrument is. Dit gebied is bij het oog enorm veel grooter dan bij de meeste physische meetinstrumenten; het oog is nl. nog bruikbaar bij helderheden, die onderling een factor 10^8 tot 10^{10} verschillen. Bij een technisch instrument, zooals bijv. een amperemeter, kan men het meetbereik vergrooten door het aanbrengen van shunts, m. a. w. door voor een bepaald gebied van de te meten grootheid de gevoeligheid van het instrument aan de te meten waarden aan te passen. Een dergelijke mogelijkheid tot variatie van de gevoeligheid (welke hier adaptatie wordt genoemd) bezit het oog ook, en wel door twee verschillende veranderingen, die beide automatisch optreden, wanneer men eenige tijd het oog aan een bepaald helderheidsniveau blootstelt, nl:

1e. De variatie van de pupildiameter: de pupil neemt kleinere afmetingen aan naarmate het oog wordt gericht op een vlak van grootere helderheid [2]) (*fig. 3*); deze verandering treedt niet zonder vertraging op; de tijd, die ermee gemoeid is, is van de orde van grootte van een seconde.

2e. Veranderingen van de eigenschappen van het netvlies onder invloed van de sterkte van de verlichting; wanneer we het oog eerst aan een hoog, daarna aan een laag helderheidsniveau blootstellen, dan zal de gevoeligheid van het netvlies voor die lage intensiteiten gedurende geruime tijd toenemen. Deze verandering is zeer traag: de tijd, waarin het oog zich geheel aanpast aan het nieuwe niveau van veel grootere helderheden, is van de orde van enkele minuten; de aanpassing op zeer kleine helderheden kan soms uren vergen.

Het zal geen betoog behoeven, dat de snelheid en de mate van adaptatie van groot belang zijn voor de wegverlichting, vooral wanneer men met sterk wisselende verlichtingen van het oog te maken heeft; alle prestaties van het oog zijn namelijk in hooge mate afhankelijk van de adaptatietoestand.

Naast het meetbereik van een instrument interesseert ons de relatieve gevoeligheid, die bepaald wordt door het kleinste waardeverschil van de te meten grootheid, dat nog juist waargenomen kan worden. We zullen er vaak naar streven om in het geheele meetbereik de relatieve gevoeligheid ongeveer even groot te maken, met andere woorden het instrument zóó te construeeren, dat de juist te onderscheiden procentueele verschillen overal dezelfde zijn.

Voor het oog is aan deze eisch in een groot helderheidsgebied — dat vrijwel alle helderheden van de dagverlichting omvat — voldaan; bij zeer

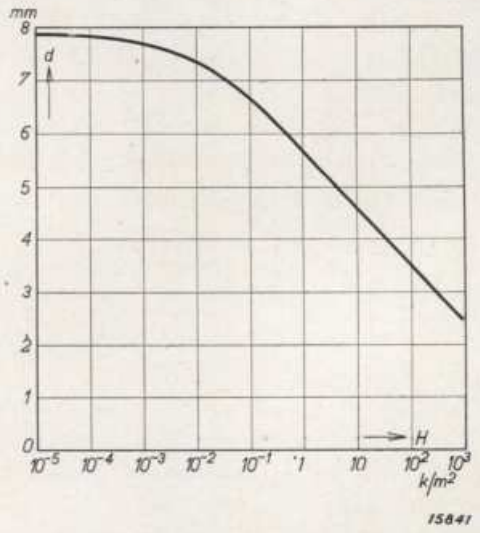


Fig. 3. Pupildiameter d als functie van de adaptatiehelderheid H; bij toenemende helderheid vernauwt de pupil zich van 8 tot $2^1/_2$ mm (Reeves). De helderheidseenheid is kaars/m².

kleine zoowel als bij zeer groote helderheden wordt de relatieve gevoeligheid van het oog geringer. Kan men een helderheid $H + \Delta H$ nog juist van de helderheid H onderscheiden. dan noemt men $H/\Delta H$ de contrastgevoeligheid (zie *fig. 4*). Deze is in een belangrijk helderheidsgebied vrijwel

[2]) De helderheden worden steeds uitgedrukt in kaars/m² (1 kaars/m² = 10^{-4} stilb). Om een indruk te geven van de orde van grootte dezer eenheid merken wij op, dat een vlakje, dat met 1 lux wordt verlicht en al het opvallende licht volkomen diffuus reflecteert, in kaars/m² een helderheid van $1/\pi$ bezit.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

constant (wet van Weber-Fechner). Bij wegverlichtingen bevinden we ons steeds in het gebied, waar een verkleining van de helderheid een be-

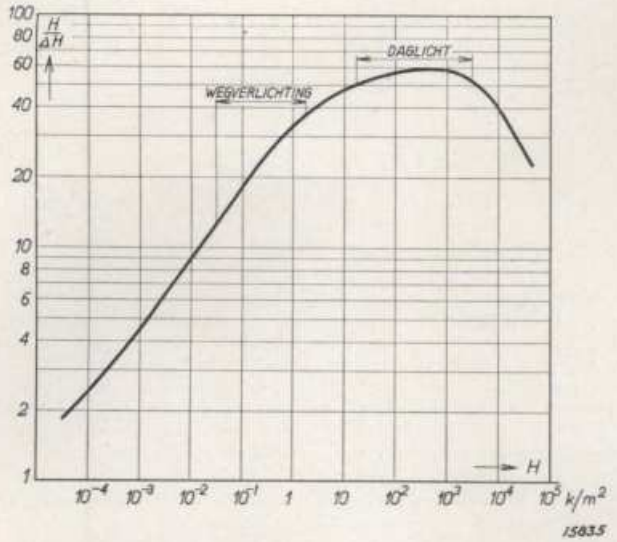


Fig. 4. Contrastgevoeligheid $H/\Delta H$ voor wit licht bij diverse helderheden H; bij daglicht ongeveer constant (Weber-Fechner), bij wegverlichtingsniveaus sterk afhankelijk van de helderheid (König).

langrijke afname van de contrastgevoeligheid tengevolge heeft. Waar het opmerken van het voorwerp geschiedt, doordat het contrasteert tegen zijn achtergrond, is het duidelijk, dat de contrastgevoeligheid hierbij een belangrijke rol speelt. Uit fig. 4 blijkt bijv., dat bij een helderheid van 0,3 kaars/m² van het wegdek een object, waarvan de helderheid minder dan 4% van die van het wegdek verschilt, d.w.z. $H/\Delta H > 25$, zelfs onder de gunstigste omstandigheden niet kan worden waargenomen.

Een derde oorzaak voor het falen van het oog kan liggen in het te langzaam functionneeren. Deze snelheid van functionneeren — de waarnemingssnelheid — hangt o.a. samen met de volgende grootheden:

1e. De tijd, gedurende welke een bepaalde belichting plaats moet vinden, opdat er een goed beeld op het netvlies kan ontstaan;
2e. De tijd, die noodig is voor het opbouwen van het beeld in het netvlies;
3e. De tijd, die noodig is, voordat dit beeld ons bewustzijn bereikt heeft;

De eerste tijd hangt samen met de gevoeligheid van het oog, de tweede tijd is een chemische reactietijd en de derde een psychische reactietijd. Hieruit ziet men wel, hoe uiterst gecompliceerd dit verschijnsel is. In het algemeen kan men zeggen, dat de waarnemingssnelheid toeneemt naarmate de helderheid grooter is (zie *fig. 5*).

Wanneer de wegverlichting van dien aard is, dat onder normale omstandigheden gezichtsscherpte, contrastgevoeligheid en waarnemingssnelheid voldoende zijn voor een goede waar-

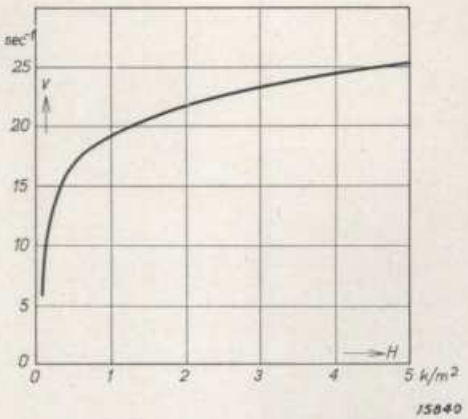


Fig. 5. Waarnemingssnelheid V (omgekeerde waarde van de belichtingstijd van een bepaald object, noodig om het juist te herkennen) als functie van de helderheid H (Weigel).

neming, dan kunnen deze grootheden toch nog beneden hun kritische waarde dalen tengevolge van het feit, dat een deel van het netvlies (niet noodzakelijk dát deel, waarmee waargenomen wordt!) aan een veel hoogere helderheid wordt blootgesteld dan de rest van het netvlies. We hebben dan met verblinding te maken. Zoowel tijdens als na de aanwezigheid van de verblindende lichtbron in het gezichtsveld zijn gezichtsscherpte, contrastgevoeligheid en waarnemingssnelheid verlaagd. Dikwijls kan men de verblinding opvatten als het scheppen van een ongunstige adaptatietoestand.

We willen tenslotte nog wijzen op een feit, dat — speciaal bij lagere helderheden — van groote invloed is op het meten en apprecieeren van helderheden, nl. hierop, dat de verschillende deelen van het netvlies geheel verschillend gebouwd zijn. Het netvlies bevat twee soorten van lichtgevoelige elementen, de kegeltjes en de staafjes. In het midden van het netvlies bevindt zich een ongeveer cirkelvormige gele vlek (macula lutea) van ongeveer 2 mm doorsnede. Buiten deze gele vlek bevat het netvlies vrijwel uitsluitend staafjes. Op de gele vlek neemt van de randen naar het midden het aantal staafjes per mm² voortdurend af, terwijl het aantal kegeltjes sterk toeneemt. In het centrale deel van de gele vlek (fovea centralis, diameter ca. 0,25 mm) zijn er tenslotte in het geheel geen staafjes meer, terwijl de kegeltjes hier zeer dicht opeengepakt staan. De kegeltjes en de staafjes gedragen zich in de volgende opzichten geheel verschillend:

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

1e. De staafjes nemen alles in één kleur waar (blauwachtig grijs); met de kegeltjes kunnen we kleurverschillen waarnemen;

2e. Bij zeer lage helderheden functionneeren alleen de staafjes, bij hooge helderheden practisch alleen de kegeltjes; daartusschen is een overgangsgebied, waarin beide soorten een rol spelen. De helderheden bij de wegverlichting bevinden zich gewoonlijk in het bovenste deel van dit overgangsgebied.

3e. De gevoeligheid van de staafjes voor licht van verschillende golflengte is een geheel andere dan die van de kegeltjes (zie *fig. 6*).

De genoemde verschillen geven aanleiding tot een groep van verschijnselen, die we onder de naam Purkinje-effect samenvatten, en die speciaal bij de vergelijking van verschillend gekleurde lichtsoorten een belangrijke rol kunnen spelen.

In het bijzonder hebben deze verschijnselen invloed op de helderheidsverhoudingen van de verschillende deelen van het gezichtsveld, met andere woorden op de contrastrijkheid. Deze contrastrijkheid is ook een zeer belangrijke grootheid in verband met het opmerken van voorwerpen: zelfs wanneer het contrast aanmerkelijk grooter is dan in verband met de contrastgevoeligheid vereischt is, zal het object toch nog veel zekerder en sneller opgemerkt worden naarmate de contrasten door een of andere oorzaak meer geprononceerd zijn, m. a. w. naarmate de contrastrijkheid grooter is.

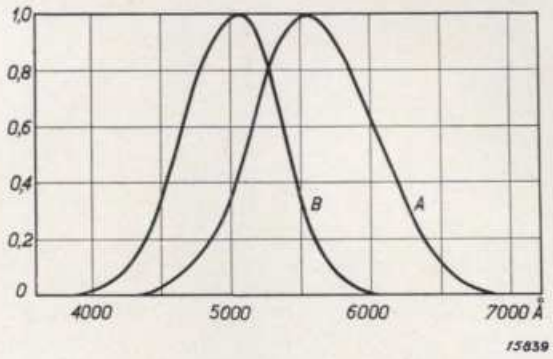


Fig. 6. Ooggevoeligheidskrommen (relatieve omgekeerde waarden van de energie noodig ter verkrijging van eenzelfde „helderheidsindruk" als functie van de golflengte λ):
A. Voor de kegeltjes (geldig bij helderheden boven 3 kaars/m^2).
B. Voor de staafjes (geldig bij helderheden in de buurt van de absolute drempelwaarde van het zien).

We zullen in enkele volgende artikelen nog iets nader op elk der hier aangeroerde begrippen ingaan.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

HET PHILIPS-MILLER-SYSTEEM VOOR GELUIDSREGISTRATIE

door R. VERMEULEN.

Samenvatting. Op de gramofoonplaat wordt het geluid mechanisch geregistreerd en afgetast; bij de fotografische geluidsfilmsystemen geschiedt de registratie en de aftasting langs optische weg. Aan de mechanische aftasting eenerzijds, de optische registratie anderzijds kleven verschillende nadeelen. Het Philips-Miller-systeem voor geluidsregistratie, waarvan in dit artikel de grondslagen worden beschreven, vermijdt deze bezwaren door langs mechanische weg op een band een geluidspoor aan te brengen, dat optisch afgetast kan worden.

Inleiding

Wij kunnen ons de tegenwoordige samenleving haast niet meer denken zonder de mogelijkheid om muziek en spraak natuurgetrouw te registreeren en weer te geven. Van deze mogelijkheid wordt voor tal van toepassingen gebruik gemaakt, zooals bijv. om muziek in de huiskamer te brengen, bij het spraakonderwijs, in ethnografische en cultuurhistorische archieven, op kantoren (dictafoon) en ten slotte op groote schaal bij de geluidsfilm en bij de radio-omroep. Vooral de beide laatstgenoemde toepassingen hebben aan de methoden, die gebruikt worden om het geluid te registreeren, heel bepaalde eischen gesteld, waaraan niet gemakkelijk was te voldoen.

In het oudste apparaat voor geluidsopname, de fonograaf van Edison, diende een cylinder van was als drager voor het geregistreerde geluid. Wanneer het niet gaat om meerdere exemplaren van het geluidsbeeld en wanneer ook de kwaliteit van het geluid er niet op aankomt, b.v. bij de dictafoon, wordt deze oudste methode ook nu nog toegepast. Later kwamen in gebruik een magnetiseerbare staaldraad, een wasplaat, een film- of papierstrook als drager van het geluidspoor.

Voor de muziek in de huiskamer handhaaft zich tot heden de klassieke methode van de geluidsregistratie: de gramofoonplaat. Het spreekt dus ook bijna vanzelf, dat ook bij het vervaardigen van de eerste geluidsfilm de gramofoonplaat gebezigd werd om er het geluid op vast te leggen. Maar daarbij kwamen al spoedig verschillende nadeelen aan het licht, die deze methode van geluidsregistratie aankleven, zooals b.v. de moeilijkheid om „coupures" aan te brengen en moeilijkheden met de „montage" [1]), de herhaaldelijke omwisseling van platen wegens hun korte speelduur, enz. Men ging daarom op grond van deze en andere bezwaren bij de geluidsfilm over tot een andere wijze van registratie van het geluid, nl. tot het aanbrengen van het geluidspoor op de film zelf. Het geluidspoor werd langs optische weg verkregen, doordat men de op het fotografisch materiaal door een smalle lichtbundel veroorzaakte zwarting met het rhythme der geluidstrillingen, die geregistreerd moesten worden, liet variëeren in haar ruimtelijke uitbreiding (transversaalsysteem) of in haar sterkte (intensiteitsysteem) (zie fig. 5 en 6). Verschillende onaangenaamheden, die deze methode aankleven, zooals het tijdverlies bij het ontwikkelen, een achteruitgang in de hooge tonen, enz., nam men hier op de koop toe, of wel men trachtte deze door gecompliceerde maatregelen te verhelpen.

In dit laboratorium is gedurende de laatste jaren een geheel ander procédé voor geluidsregistratie uitgewerkt, waarvan het principe door J. A. Miller is aangegeven. Over dit Philips-Millersysteem, dat op het oogenblik een hooge graad van volmaaktheid bereikt heeft, wordt hier verder gesproken. Wij geven in dit artikel hoofdzakelijk een beschrijving van het principe en een vergelijking tusschen deze nieuwe methode en de tot nu toe gebruikte. De technische uitwerking van de gedachte, welke aan het Philips-Miller-systeem ten grondslag ligt, bracht een aantal afzonderlijke problemen met zich, over de oplossing waarvan in dit tijdschrift nog in een reeks van artikelen zal worden teruggekomen.

---

[1]) Onder „montage" verstaat men het samenvoegen van verschillende stukken film in de gewenschte volgorde bij de geluidsfilm of bij het radio-journaal.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Grondgedachte van het Philips-Miller-systeem

Bij het Philips-Miller-systeem wordt evenals bij de fotografische methoden een geluidspoor op een film geregistreerd, maar nu niet langs optische doch langs mechanische weg. Het filmmateriaal, de „Philimil"-band, bestaat uit een celluloid-laag, die in plaats van de gebruikelijke fotografische emulsie eenvoudig met een doorzichtige gelatinelaag van ongeveer 60 μ dikte bedekt is, waarop weer een zeer dunne (ongeveer 3 μ dikke) ondoorzichtige deklaag is aangebracht. Loodrecht op het vlak van de band wordt in het rhythme der geluidstrillingen, die men registreeren wil, een beitel bewogen, die wigvormig is (zie *fig. 1*). Deze beitel neemt een „spaan" af van de er onder doorgetrokken gelatinelaag.

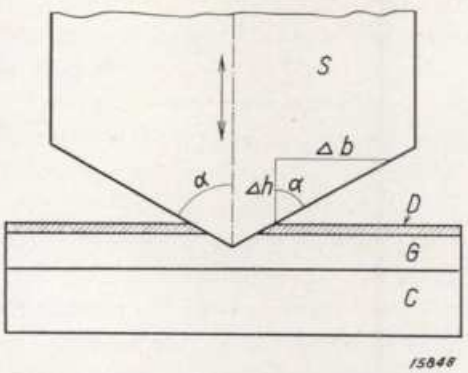


Fig. 1. Dwarsdoorsnede door de wigvormige beitel en de „Philimil"-band. Deze laatste bestaat uit een celluloidlaag C, een doorzichtige gelatinelaag G en een zeer dunne ondoorzichtige deklaag D. De beitel S snijdt in de band, die onder hem doorgevoerd wordt, een groef. Door de verwijdering van de deklaag D langs deze groef ontstaat een doorzichtig spoor op een ondoorzichtige achtergrond. Door de stompe wigvorm van de beitel hebben kleine stijgingen en dalingen Δh van de beitel aanzienlijke breedteveranderingen $2\,\Delta b$ van het spoor tengevolge; bij een halve wighoek α bedraagt de „vergrooting" $2\,tg\,\alpha$. Men heeft gekozen $\alpha = 87°$, dan is $2\,tg\,\alpha$ ongeveer $= 40$.

Wordt eerst de beitel onbeweeglijk vastgehouden, dan snijdt hij in de band, wanneer die er onder door getrokken wordt, een groef van constante breedte $2b$. In deze groef is de dunne deklaag (en een deel van de gelatine-laag) verwijderd en men verkrijgt een doorzichtig spoor op een ondoorzichtige achtergrond. Wordt nu de beitel over de afstand Δh dieper in de band gebracht, dan wordt de uitgesneden groef $2\,\Delta b$ breeder (zie *fig. 2*) en wel geldt wanneer α de halve hoek van de wig is (fig. 1):

$$2\,\Delta b = \Delta h \,.\, 2\,tg\,\alpha$$

Wanneer $\alpha = 90°$ is, wordt $tg\,\alpha = \infty$; men ziet dus, dat wanneer de hoek α bijna 90 ° is een geringe verschuiving Δh van de beitel een aanzienlijke verandering $2\,\Delta b$ van de uitgesneden spoorbreedte tengevolge heeft. Bij de practisch gebruikte hoek van de wig $\alpha = 87°$ bedraagt de bereikte „vergrooting"

$$\frac{2\,\Delta b}{\Delta h} = 2\ tg\ 87° = \text{ca. } 40.$$

Laat men de beitel met het rhythme der geluidstrillingen die geregistreerd moeten worden op- en neerbewegen (loodrecht op de band), dan ontstaat op de voorbijgaande band een doorzichtig spoor op een ondoorzichtige achtergrond, waarvan de breedte wisselt met het rhythme der geluidstrillingen (*fig. 3*). Hierbij behoeft men om een maximale breedte van het spoor van $2b = 2$ mm te verkrijgen, zooals het bij de opname van geluidsfilm gebruikelijk is, de beweging van de beitel slechts een dubbele amplitude Δh van 2000/40 = 50 μ te geven. Dat de amplitude van de beitel slechts zoo klein behoeft te zijn, is de „pointe" van de heele methode.

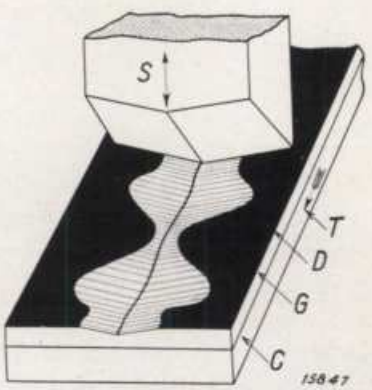


Fig. 3. De beitel S wordt op het rhythme der geluidstrillingen, die geregistreerd moeten worden, op en neer bewogen (loodrecht op het vlak van de band). D, G en C, als in fig. 1. Op de „Philimil"-band, die er in de richting T onderdoor wordt getrokken, ontstaat een doorzichtig geluidspoor op een ondoorzichtige achtergrond.

De weergave van het geregistreerde geluid geschiedt nu geheel op dezelfde wijze als bij de

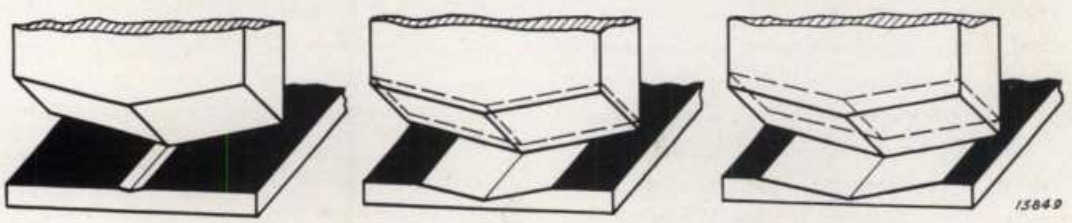


Fig. 2. De breedte van het in de band gesneden spoor in drie verschillende standen van de beitel.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

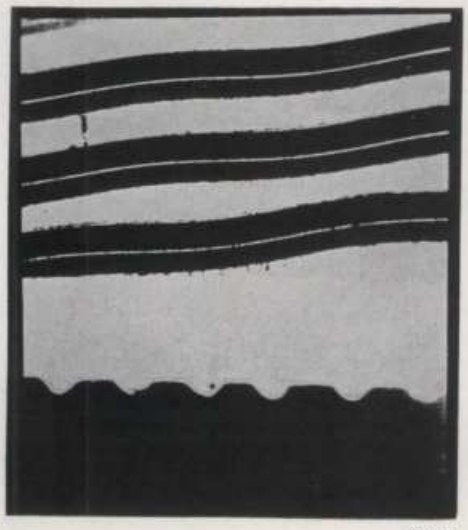
Digitized by www.freeservicemanuals.info

optische geluidsfilmsystemen. De band met het geluidspoor wordt tusschen een fotocel en een smalle intensief verlichte spleet doorgetrokken (spleet dwars op de richting van de band). De op de fotocel vallende lichtstroom variëert overeenkomstig de wisselende breedte van het geluidspoor, de hieruit voortkomende stroomvariaties in de fotocel worden versterkt en aan een luidspreker toegevoerd.

Het Philips-Miller-systeem is dus een combinatie van een mechanisch opname- met een optisch weergave-systeem. Deze eigenaardige combinatie heeft vergeleken met de tot nu toe gebruikelijke systemen aanmerkelijke voordeelen, zooals uit het volgende blijken zal.

De mechanische geluidsregistratie en weergave op de gramofoonplaat

De geluidsregistratie op de gramofoonplaat geschiedt mechanisch: met een trillend snijapparaat (schrijvende beitel) wordt een golfvormige groef in een wasplaat gesneden (*fig. 4*). De weergave geschiedt eveneens mechanisch, doordat men een



15854

Fig. 4. Golfvormige groef van een gramofoonplaat. Bovenaanzicht en dwarsdoorsnede.

naald (pick-up) de golvingen van de groef laat volgen. De plaat wordt vermenigvuldigd met behulp van een langs galvanische weg vervaardigde matrijs. Voor het verkrijgen van groote oplagen is deze methode zeer geschikt en zal daarom niet gemakkelijk door een andere verdrongen worden. Intusschen zijn hieraan nog verschillende algemeene nadeelen verbonden behalve de reeds vermelde, voor de geluidsfilm bijzonder onaangename, zooals de korte speelduur en de moeilijkheid om bepaalde deelen van het geluidspoor af te zonderen. De plaat slijt sterk door de mechanische aftasting: zelfs wanneer men de naald voor iedere plaat door een nieuwe vervangt, wordt toch een vermindering van de kwaliteit reeds merkbaar, nadat men de plaat bijv. twintigmaal heeft afgespeeld. Verder is de weerstand, die de plaat bij het draaien door de naald ondervindt, afhankelijk van de grootte van de modulatie in de geluidsgroef, zoodat in een fortissimo-passage (vooral bij pianomuziek) de plaat geremd wordt met het bekende onaesthetische resultaat [2]). Bovendien veroorzaakt deze wijze van weergave een zekere benadeeling der hooge tonen. Het slijten en de weerstand tegen de beweging zijn nl. daaraan toe te schrijven, dat de naald bij het aftasten van de groef op plaatsen, waar deze sterk gekromd is, een aanzienlijke versnelling krijgt. Hier komen dus groote krachten in het spel. Zelfs zou bij een al te sterke kromming van de groef de naald kunnen blijven steken resp. de wand van de groef vernielen. Daaruit volgt, dat de kromming van de groef een bepaald bedrag niet te boven mag gaan (men kan gemakkelijk inzien, dat de kromtestraal niet kleiner mag worden dan ongeveer de breedte van de groef). Stel dat de groef een golfvorm heeft van de vergelijking $A \sin \omega x$, waarin A de amplitude, ω de frequentie van het geregistreerde geluid voorstelt, dan is de maximale kromming, en dus de kracht, evenredig met $\omega^2 A$. Zij zou dus, wanneer A constant was, bij de hooge frequenties zeer groot worden. Eischt men dat de krachten bij de hooge frequenties dezelfde blijven als bij de lage, dan zal men bij de geluidsregistratie er voor moeten zorgen, dat de amplitude A (bij volle modulatie) evenredig met $1/\omega^2$ afneemt. Dit zou echter bij de hooge frequenties tot zulke kleine amplituden leiden, dat zij van de orde worden van de altijd aanwezige oneffenheden van het materiaal; dan zouden de hooge tonen in het grondgeruisch (geruischniveau) van de plaat verloren gaan. Bovendien zou men bij de lage tonen zulke groote amplituden krijgen, dat men de afstand van de groeven zeer groot zou moeten nemen en dientengevolge ook de platen zeer groot zou moeten maken (of de speelduur zeer klein). Men kiest daarom in de practijk een opnamesysteem, dat bij volle belasting een amplitude A registreert, die evenredig is met $1/\omega$ (in plaats van met $1/\omega^2$) [3]).

---

[2]) Bij de opname variëert natuurlijk ook de belasting van de aandrijfmotor met de diepte van de modulatie. Deze variatie in de belasting kan hier eenvoudig door een vliegwiel worden opgenomen. Het inbouwen van een zwaar vliegwiel in een kamergramofoon zou echter geen aannemelijke oplossing zijn.

[3]) Bij de laagste frequenties wordt hier de amplitude zelfs onafhankelijk van de frequentie gemaakt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Zulk een frequentiekarakteristiek is ook zeer geschikt voor de electromagnetische weergave. De naald is met een anker of spoel verbonden, welke zich in een magnetisch veld beweegt. De door de beweging van het anker — die men bijv. kan voorstellen door $A \sin \omega t$ — veroorzaakte spanning is evenredig met de snelheid $\omega A \cos \omega t$ dus evenredig met het product ωA van frequentie en amplitude. Daar volgens de bovenbeschreven opnamemethode de ingesneden amplitude A van de groef evenredig is met $1/\omega$, blijft ωA constant en men verkrijgt dus zonder meer de gewenschte constante (van de frequentie onafhankelijke) uitgangspanning, die aan de versterker kan worden toegevoerd. Ook bij deze frequentiekarakteristiek (A evenredig met $1/\omega$ in plaats van met $1/\omega^2$) zouden echter de amplituden van de lagere tonen resp. de krommingen van de groef bij de hooge tonen nog te groot worden, zoodat men aan de beide grenzen van het frequentiebereik de amplituden kleiner moet maken (zie noot [3])). Weliswaar zou men dit verlies door een geschikte versterker kunnen compenseeren voor de lage frequenties, voor de hooge echter zou zulk een compensatie tevens een versterking van het grondgeruisch met zich meebrengen.

Al deze nadeelen: slijtage, remmen van de plaat en benadeeling van de hooge frequenties zijn, zooals we gezien hebben, uitsluitend op rekening der mechanische weergave te schrijven, niet op die der mechanische registratie.

De optische geluidsregistratie en weergave op de film

De optische registratie van het geluidspoor op de film beteekende een belangrijke vooruitgang. De speelduur werd nu veel langer, nl. dezelfde als voor de beeldfilm zelf. Synchronisatie van beeld en geluid, het aanbrengen van coupures en de montage werden zeer eenvoudig. Slijtage door het aftasten (optisch) trad niet meer op, evenmin als wisselende mechanische belasting van de motor, die de film door de weergavemachine trekt. Voor de optische weergave was daarmede een zeer bevredigende methode gevonden. Ook het vermenigvuldigen is hier zeer gemakkelijk, daar men een willekeurig aantal copieën langs fotografische weg kan vervaardigen.

Echter zijn er nu verschillende zwakke punten in de wijze van registreeren van het geluid. De film wordt door een lichtspleet van variëerende helderheid (intensiteitsysteem, *fig. 5*) of van variëerende lengte (transversaalsysteem, *fig. 6* en 7) belicht. De lichtspleet heeft steeds een eindige breedte, bijv. 25 μ. Bij een snelheid van de film van 50 cm/sec = 20000 . 25 μ/sec blijft dus ieder plekje van de film 1/20000 secunde vóór de spleet-

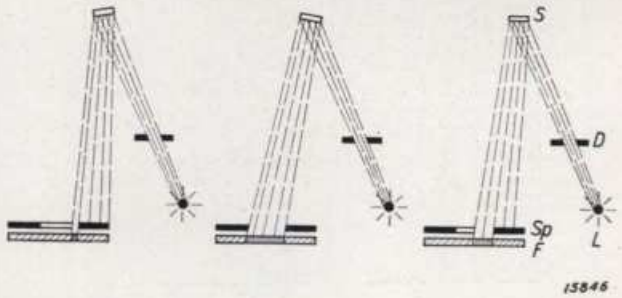
Fig. 5

15855

Fig. 6

Fig. 5. Geluidsfilm met geluidspoor in het intensiteitsysteem. Het geluidspoor wordt verkregen door belichting van de film door een lichtspleet dwars op de bewegingsrichting van de film; de sterkte der belichting of de spleetbreedte wordt door de geluidstrillingen gevariëerd.

Fig. 6. Geluidsfilm met geluidspoor in het transversaalsysteem. Dit geluidspoor wordt verkregen door variatie van de lengte van de verlichte lichtspleet in het rhythme der geluidstrillingen (zie fig. 7).



15846

Fig. 7. Opstelling bij de fotografische opname van een geluidspoor volgens het transversaalsysteem. Van het door de constante lichtbron L uitgezonden licht wordt door het diafragma D een bundel afgezonderd. De spiegel S, die aan een gevoelige oscillograaf bevestigd is, werpt deze lichtbundel op de lichtspleet Sp, waar onderdoor de film F (loodrecht op het vlak van teekening) wordt gevoerd. Wordt de spiegel S door het geluid, dat geregistreerd moet worden, in trilling gebracht, dan speelt de scherpbegrensde lichtbundel over de spleet Sp heen en weer en men verkrijgt zoo op de film een zwarte streep van wisselende breedte (zie fig. 6). De loop der stralen is voor drie verschillende standen van de spiegel aangegeven.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

opening. Bij een trillingsfrequentie van 5000 hertz variëert gedurende dien tijd de helderheid van de spleet bij het intensiteitsysteem resp. de spleetlengte bij het transversaalsysteem reeds zeer aanzienlijk, zoodat de op de film geregistreerde modulatie minder diep wordt, en in plaats daarvan een toenemende gelijkmatige zwarting over de totale filmbreedte, resp. over een deel daarvan, ontstaat.

De eindige spleetbreedte veroorzaakt dus een zekere achteruitgang van de weergave der hooge tonen [4]). Dezelfde uitwerking heeft ook de onvermijdelijke korrel en de halovorming door verstrooiing en reflectie van het licht (zie *fig. 8*) in het fotografische materiaal. De korrel resp. de onscherpte van de randen van het spoor veroorzaken bij de weergave een geruisch, waaronder alweer de hooge tonen het meest te lijden hebben.

Ook zonder deze gebreken is de toepassing van het fotografisch materiaal op zichzelf al niet aangenaam. Na de opname van het geluid moet men eerst wachten tot de film ontwikkeld is, wat dikwijls een onaangenaam tijdverlies beteekent (normaliter tot de volgende dag). Wel kan men het ontwikkelen versnellen, maar dat gaat alleen ten koste van de kwaliteit. De zwarting, die op de film ontstaat, moet voor een onvervormde weergave op bepaalde wijze van de belichting afhangen [5]), en om deze voorwaarde te vervullen is zorgvuldig ontwikkelen een eerste vereischte.

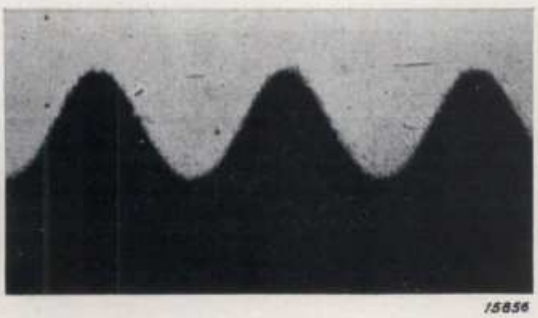


Fig. 8. Microfoto van het geluidsbeeld van een toon van 1000 hertz volgens het transversaalsysteem. Het spoor is door de korrel en verstrooiing van het licht in de emulsie onscherp. Ongeveer 50-voudige vergrooting.

We zien dus, dat bij de optische methode de nadeelen (tijdverlies en eventueele achteruitgang der hooge frequenties) juist verbonden zijn aan de optische registratie op het fotografisch materiaal, maar niet aan de optische weergave.

De mechanische geluidsregistratie op een band

In het Philips-Miller-systeem zijn zoowel de nadeelen van de mechanische weergave als die van de fotografische registratie vermeden, daar de weergave langs optische en de registratie langs mechanische weg geschiedt. Reeds vóór Miller zijn verscheidene pogingen in deze richting gedaan, maar zonder resultaat, omdat de mechanische geluidsregistratie op een band onoverkomelijke moeilijkheden baarde. Wij willen deze moeilijkheden eens wat nader beschouwen.

Bij het optisch aftasten van het geluidspoor worden de lichtvariaties, d.w.z. de modulatie van de spoorbreedte op de „Philimil"-band direct omgezet in stroomvariaties. In tegenstelling tot de weergave op gramofoonplaten, waar een electromagnetisch systeem tusschengeschakeld is en de geregistreerde amplitude kleiner wordt bij toenemende frequentie, maakt men voor de optische aftasting de geregistreerde amplitude onafhankelijk van de frequentie om een uitgangspanning te verkrijgen, die ook onafhankelijk daarvan is. *Fig. 9* toont duidelijk het verschil in de geluidsregistratie volgens het eene en volgens het andere verband

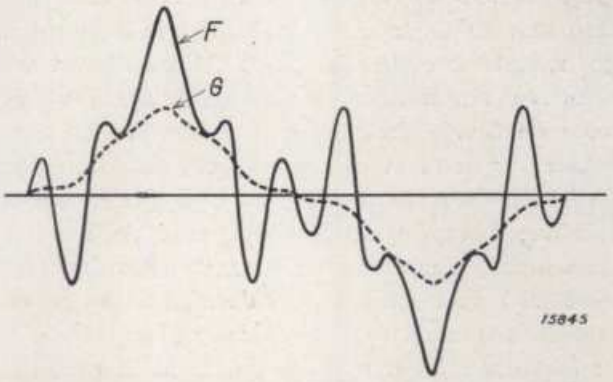


Fig. 9. Registratie van éénzelfde geluidstrilling volgens tweeërlei frequentiekarakteristieken. Voor een weergave langs optische weg (film) moet bij een gegeven geluidsintensiteit de amplitude onafhankelijk van de frequentie zijn (doorgetrokken geluidskromme *F*). Voor een weergave langs mechanische weg (gramofoonplaat) moet de amplitude omgekeerd evenredig met de frequentie zijn (gestippelde geluidskromme *G*). Men ziet dat in het eerste geval de hooge frequenties in het geluidspoor veel duidelijker uitkomen.

tusschen amplitude en frequentie. Men ziet, dat op de film (amplitude voor de optische weergave onafhankelijk van de frequentie) de hooge fre-

---

[4]) Dit effect treedt ook bij de (optische) weergave op, werkt echter, indien het slechts dàn optreedt, nog niet zoo storend als wanneer het tweemaal, bij weergave èn opname, een rol speelt.

[5]) Deze voorwaarde hangt ook samen met de eindige breedte van de spleet: bij een oneindig nauwe spleet kan bij het transversaalsysteem, waar slechts de lengte van het verlichte spleetdeel wordt gevariëerd, de zwartingswet volkomen willekeurig zijn, bij een spleet met eindige breedte echter niet, door de halfschaduw, die aan de rand ontstaat. Bij het intensiteitsysteem, waarin de intensiteit van de zwarting gevariëerd wordt, worden nog hoogere eischen gesteld wat betreft het nauwkeurig vasthouden aan het voorgeschreven verband tusschen zwarting en opvallend licht.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

quenties veel duidelijker geregistreerd worden dan op de plaat (waar de amplitude kleiner wordt met de frequentie) en daarom ook hooger boven het geruischniveau liggen. De normale breedte van het geluidspoor op de film bedraagt 2 mm. Het mechanisme voor geluidsregistratie moet dus een amplitude van 1 mm registreeren.

Hoe zal nu een systeem voor mechanische geluidsregistratie geconstrueerd moeten zijn? De beitel moet aan een veerend anker bevestigd zijn, dat bijv. langs electromagnetische weg door de versterkte microfoonstroomen wordt aangedreven. Het geheele mechanisme kunnen we opvatten als een mechanisch trillingsysteem met de massa m (anker met beitel), de stijfheid c (veerende bevestiging) en een bepaalde dempingsfactor r. Wordt dit systeem door een kracht $k \sin \omega t$ in beweging gebracht, dan trilt het met de amplitude:

$$A = \frac{k}{\sqrt{(c - m\,\omega^2)^2 + (r\,\omega)^2}} \quad . \quad . \quad (1)$$

Deze formule brengen wij in de vorm:

$$\frac{A}{k/c} = \frac{1}{\sqrt{[1 - (\omega/\omega_o)^2]^2 + \delta^2\,(\omega/\omega_o)^2}} \quad \ldots \quad (1a)$$

waarbij $\omega_o = \sqrt{c/m} = 2\pi$ maal de eigenfrequentie van het ongedempte systeem is, en $\delta = r/\sqrt{mc}$ de eenige hierin nog voorkomende parameter. *Fig. 10* toont het verloop van $A/(k/c)$ als functie van ω/ω_o voor verschillende parameterwaarden δ. Bij niet te groote demping ($\delta < 1$) treedt in de buurt van $\omega/\omega_o = 1$, d.w.z. wanneer de aandrijvende frequentie bijna gelijk is aan de eigenfrequentie, resonantie op. Men kan uit de krommen zien, dat men beneden de resonantiefrequentie moet blijven, wanneer men een amplitude verkrijgen wil, die eenigermate onafhankelijk is van de frequentie. Of omgekeerd: men moet er voor zorgen, dat de eigenfrequentie van het trillingsysteem (de „geluidschrijver") in het gebied ligt van de hoogste frequenties, die geregistreerd moeten worden (tot $\sim$ 8000 hertz) en wel door de afmetingen ervan geschikt te kiezen. Te dien einde moet klaarblijkelijk de stijfheid c groot en de massa m klein gemaakt worden. Met de vermindering van de massa (m) kan men echter niet willekeurig ver gaan, aangezien het anker bepaalde afmetingen moet hebben om de benoodigde aandrijfkracht (welke dient om de weerstand van de band en de traagheid van de beitel te overwinnen) te verkrijgen. Men is dus genoodzaakt, de stijfheid (c) van het systeem zeer groot te maken. Dit heeft echter weer tengevolge, dat de amplitude A, waarmee het systeem op eenzelfde kracht reageert, ongewenscht klein wordt, zooals uit formule (1) blijkt. Dit euvel kan men ook niet door willekeurige vergrooting van k verhelpen, daar men dan hoogere eischen aan het materiaal gaat stellen en spoedig de toelaatbare grenzen der belasting zou overschrijden.

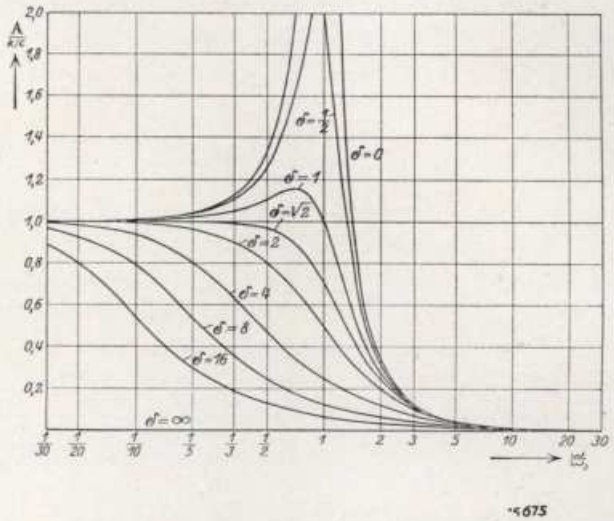


Fig. 10. Resonantiekrommen van een trillingsysteem (stijfheid c, massa m en demping r), dat door een kracht $k \sin \omega t$ aangedreven wordt. Op de abscis-as (deze is terwille van de schaal logarithmisch gekozen) is de frequentieverhouding ω/ω_o uitgezet ($\omega_o = 2\pi$. eigenfrequentie), op de ordinaat-as de verhouding der amplituden $A/(k/c)$ (A = amplitude, waarmee het systeem reageert op de periodieke kracht). De resonantiekromme is, wanneer men haar voorstelt door middel van deze variabelen zonder dimensie, volkomen bepaald door de parameter $\delta = r/\sqrt{mc}$ (eveneens zonder dimensie). Voor de afmetingen van de geluidschrijver is allereerst de vorm van de resonantiekromme maatgevend, waardoor δ wordt bepaald (ongeveer = 1). Bovendien moet A/k zoo groot mogelijk worden. (Uit B.D.H. Tellegen, Arch. Elektrotechn. **22**, 62, 1929.)

Het blijkt dus, dat de voorwaarden om een hooge eigenfrequentie te hebben en tevens een groote amplitude, die onafhankelijk van de frequentie is [6]), niet gelijktijdig vervuld kunnen worden. De gedachte van Miller verschaft hier een uitweg; door de wigvorm van de beitel (fig. 1) wordt het geluidspoor met groote amplitude geregistreerd (amplitude = halve spoorbreedte = 1 mm bij volle modulatie), terwijl de amplitude van het mechanische trillingsysteem, dat als aandrijfmechanisme dienst doet, toch maar betrekkelijk klein behoeft te zijn, nl. maximaal 25 μ. Dit is juist aan de grens van wat bij zeer zorgvuldige constructie bereikt kan worden. In een volgend artikel zullen alle hiermede in verband staande kwesties nog nader belicht worden. *Fig. 11* toont de heden bereikte karakteristiek van de schrijver.

---

[6]) Bij de mechanische geluidsregistratie op de gramofoonplaat heeft men het in dit opzicht veel gemakkelijker, daar men alleen bij de lagere frequenties een groote amplitude noodig heeft, bij de hoogere echter kleinere amplituden, die heelemaal in den aard van de krommen van fig. 10 liggen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

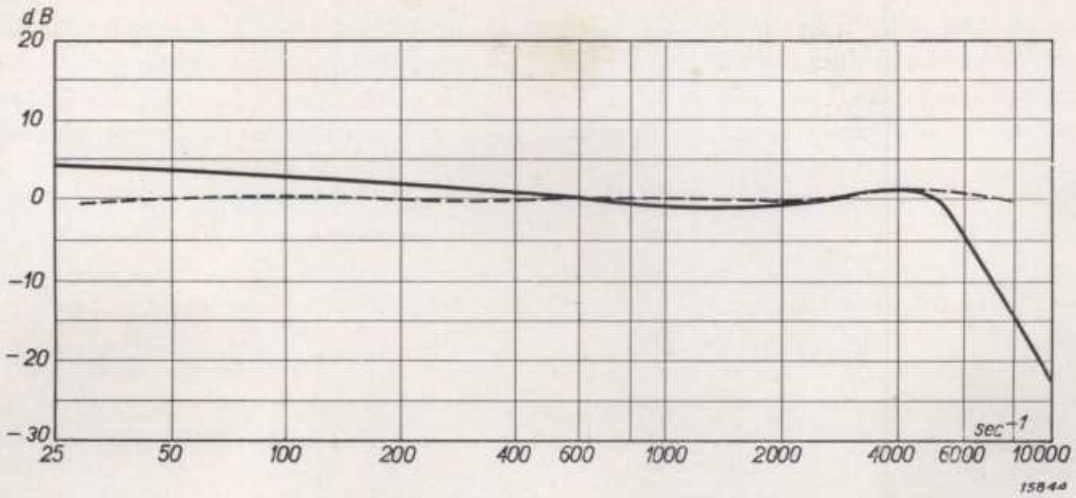


Fig. 11. Karakteristiek van de geluidschrijver (doorgetrokken lijn) in zijn tegenwoordige uitvoering. Als abscis zijn (op logarithmische schaal) de frequenties in hertz (sec^{-1}), als ordinaat de amplituden in decibel (dB) uitgezet. (Een verschil van m decibel tusschen twee amplituden A_1 en A_2 ($A_1 > A_2$) beteekent, dat de kwadraten der amplituden A_1^2 en A_2^2 zich verhouden als $10^{0,1\ m}$: 1). Men ziet, dat de amplitude tusschen 20 en 6000 hertz nagenoeg onafhankelijk is van de frequentie. De gestippelde lijn stelt de karakteristiek voor van de geheele opname- en weergave-apparatuur; door een geschikt gekozen bouw van de versterker is deze karakteristiek vergeleken bij de getrokken lijn nog verbeterd: de afwijkingen bedragen tusschen 20 en 8000 hertz nog hoogstens 2 dB, hetgeen voor ons oor nauwelijks waarneembaar is. De weergave is dus vrij van (lineaire) vervormingen.

De sterke vergrooting met de wigvormige beitel vorderde tevens de oplossing van een aantal practische problemen. De kleinste verandering van de afstand tusschen beitel en band, als gevolg van een kleine onrondheid van de rol, waarover de band gevoerd wordt, of door een stofdeeltje dat tusschen de rol en de band geraakt of door een kleine variatie in de dikte van de band, zou onmiddellijk een hoorbare vervorming van het geluidspoor veroorzaken. De opnamemachine moest dus uiterst zorgvuldig geconstrueerd worden en bij de vervaardiging van de band moest gelet worden op de grootst mogelijke gelijkmatigheid en zuiverheid van het materiaal. Dit laatste is mede vereischt om te voorkomen, dat de beitel, waaraan hooge eischen gesteld worden, door stofdeeltjes of kleine verontreinigingen in de gelatinelaag wordt beschadigd.

De beweging van de band moet ook nauwkeurig eenparig zijn. De weerstand, die de beitel van de band ondervindt, variëert echter met de spoorbreedte tusschen 0 en 2 kg, hetgeen het verkrijgen van een eenparige beweging zeer bemoeilijkt. De variatie in de belasting kan ook niet door de van de beeldfilm overgenomen perforatie en door het aandrijftandwiel worden opgenomen, zonder dat deze schadelijke trillingen in de bandbeweging zouden veroorzaken. Hier is uitkomst gebracht door een nieuwe wijze van aandrijven.

De geregistreerde band kan fotografisch gecopiëerd worden evenals een gewone geluidsfilm, opgenomen volgens het transversaal of intensiteitsysteem. Daar het geluidspoor echter niet alleen in de breedte, doch ook in de diepte is gemoduleerd, wordt een doorvallende lichtbundel ook eenigszins als in een prisma gebroken. De lichtvariaties, die hierdoor ontstaan, veroorzaken echter geen noemenswaardige storingen, en kunnen in ieder geval op eenvoudige wijze onschadelijk gemaakt worden.

Eigenschappen en toepassingsmogelijkheden van het Philips-Miller-systeem

Het geluidspoor op de „Philimil"-band heeft alle goede eigenschappen van een gewone film: de lange speelduur (30—60 minuten), de mogelijkheid om coupures aan te brengen en stukken samen te plakken, de vervaardiging van copieën langs fotografische weg. Tegelijkertijd zijn alle onaangenaamheden, die het fotografisch materiaal meebrengt, vermeden. Alle bewerkingen van de band kunnen bij vol daglicht gebeuren. Het geluidspoor is scherper begrensd, daar hier de korrel en de verstrooiing van het licht in de fotografische emulsie geen rol spelen (zie *fig. 12*). Doordat het materiaal practisch korrelvrij is, ligt ook het geruischniveau veel lager. De registratie van de hooge frequenties is beter; de beitel kan zoo scherp geslepen worden, dat hij de frequentiekarakteristiek van de registratie niet beinvloedt, zooals de breedte van de lichtspleet deed bij de optische geluidsregistratie.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Het meest essentiëele en het meest in het oog springende voordeel van deze methode is, dat het geluidspoor onmiddellijk (bijv. 1/5 sec) na de opname al voor de weergave gebruikt kan worden.

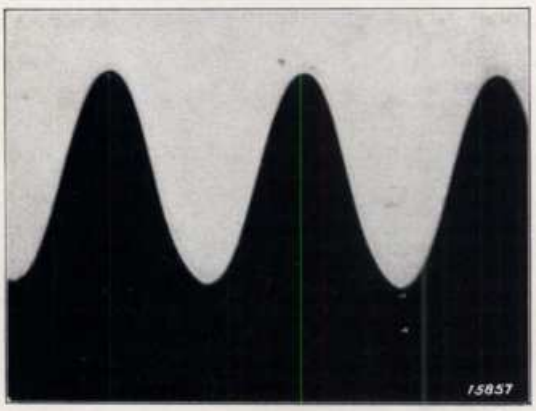


Fig. 12. Microfoto van een geluidspoor op de „Philimil"-band (toonhoogte en vergrooting als in fig. 8). De laag is geheel vrij van korrels, de randen van het spoor zijn scherp begrensd. Het geruischniveau is daardoor veel lager.

Deze eigenschap is van de grootste beteekenis voor de opname van geluidsfilms. De regisseur behoeft nu niet te wachten op de ontwikkeling van de lichtgevoelige film om te kunnen constateeren of het resultaat naar wensch is. Na iedere gespeelde scène kan hij oogenblikkelijk het geluidspoor afluisteren en beslissen of de opname goed is of herhaald moet worden.

Ook voor de radio-omroep is deze mogelijkheid om het opgenomene direct weer te geven een zeer nuttige eigenschap. De uitwisseling van programma's tusschen verschillende zenders, de opschorting van eventueele uitzendingen (sportwedstrijden, redevoeringen, enz.) tot een voor de radioluisteraars geschikt tijdstip, de uitwerking van gehoorspelen, dit alles wordt door het Philips-Miller-systeem zeer gemakkelijk gemaakt, terwijl de kwaliteit van het geluid niets te wenschen over laat. Door de zeer zuivere geluidsweergave is hier ook een, onder bepaalde omstandigheden zeer geriefelijke methode van vermenigvuldiging mogelijk, nl. door hernieuwde registratie van het geluidspoor op een tweede „Philimil"-band. Deze „mechanische" copiëermethode kan tijdens de weergave worden toegepast en men heeft dan onmiddellijk een duplicaat van het geluidspoor voor het archief of voor andere doeleinden.

DE ZEND-ONTVANGINSTALLATIE V.R. 18

door C. ROMEYN.

Inleiding

Bij de ontwikkeling van de burgerluchtvaart heeft zich reeds zeer vroeg de behoefte doen gevoelen aan een communicatiemiddel tusschen vliegtuig en grond. Zoo werd reeds in de eerste, toenmaals nog kleine, verkeersvliegtuigen gebruik gemaakt van een radio-installatie. Door de technische vervolmaking heeft zoowel de luchtvaart als het radiowezen in het laatste decennium een groote vlucht genomen. Daarbij is de radio een steeds belangrijker plaats in het luchtverkeer gaan innemen, en heden is de radio uit het verkeersvliegtuig haast niet meer weg te denken. Berichten omtrent het weer langs de te bevliegen route, aanwijzingen voor de landing, plaatsbepaling, enz., zijn voor den bestuurder van het vliegtuig onmisbaar.

Het is de taak van de radio-industrie, met bijzonder doeltreffende installaties aan de eischen van de luchtvaart tegemoet te komen. Het is wel van te voren duidelijk, dat een vliegtuigradio-installatie er in vele opzichten aanmerkelijk anders zal moeten uitzien dan een installatie op de grond. We zullen hier een beschrijving geven van de zend-ontvanginstallatie V.R. 18 van N.S.F.-Philips. Deze radio-installatie is niet alleen aangepast aan het doel om in een vliegtuig te worden gebruikt, doch bovendien is bij het ontwerp rekening gehouden met de speciale eischen, die de toepassing van deze installatie in de Douglas-vliegtuigen medebracht, die op de Indië-route van de K.L.M. gebruikt worden.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

Algemeene kenmerken van een vliegtuig-radio-installatie

De installatie V.R. 18 (zie *fig.1*) bestaat in hoofdzaak uit de zender, de ontvanger, de antennesystemen en de noodige energiebronnen. Daarbij komen nog verschillende andere onderdeelen, zooals bedieningskastje, antennedoorvoering, enz. Aan alle onderdeelen worden bepaalde eischen gesteld in electrisch en in mechanisch opzicht. Een algemeene eisch is bijv. een zoo klein mogelijk gewicht en een kleine handige omvang. Voorts moet de apparatuur zoo gemonteerd zijn, dat zij niet te veel aan stooten of schadelijke trillingen is blootgesteld. Om zonder veel moeite en tijdverlies het inwendige te kunnen controleeren is het ook gewenscht dat zender en ontvanger gemakkelijk uitneembaar zijn.

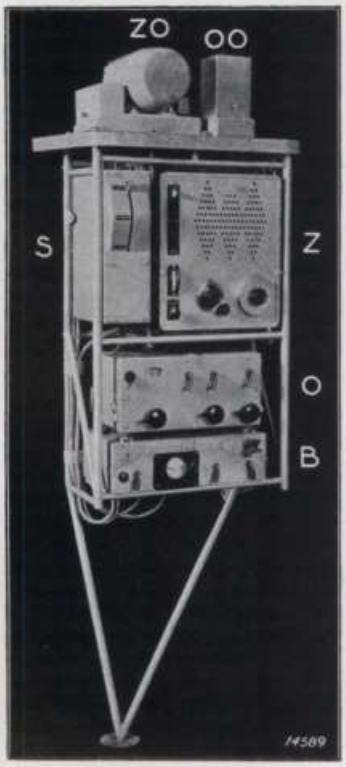


Fig. 1. De volledige installatie V.R. 18 (in de Douglas-vliegtuigen zijn de onderdeelen op verschillende plaatsen gemonteerd). *Z* = zender, *O* = ontvanger, *B* = bedieningskastje, *ZO* = zender-omvormer, *OO* = ontvanger-omvormer, *S* = omschakelaar van sleepantenne naar vaste antenne.

De verbinding tusschen vliegtuig en grondstation heeft heden ten dage vrijwel uitsluitend plaats langs telegrafische weg. Het is interessant, de historische ontwikkeling hiervan te volgen. In het begin van de luchtvaart was het geheele luchtvaart-radioverkeer op telefonie gebaseerd. Alleen deze kwam toen in aanmerking, want de piloot, die tevens de radio bediende, had reeds beide handen voor de besturing van het vliegtuig noodig en kon dus niet ook nog met een seinsleutel werken. Naarmate het luchtverkeer intensiever werd, kwamen de nadeelen van de telefonie naar voren. Ten eerste moet voor eenzelfde reikwijdte een telefoniezender een grooter vermogen hebben dan een telegrafiezender. Vooral echter heeft een telefonieverbinding het nadeel, dat zij een breedere frequentieband beslaat, doordat aan weerskanten van de draaggolffrequentie nog zijbanden tengevolge van de modulatie worden uitgezonden. Door het toenemend aantal zendstations, op een betrekkelijk klein aardrijkskundig gebied bijeenliggend, raakten de smalle in aanmerking komende frequentiebanden al spoedig overvol. Telegrafeeren was nu de eenige mogelijkheid om een te sterke onderlinge storing te vermijden. Hiermee werd het dus noodzakelijk een marconist aan den piloot toe te voegen. Dit zou trouwens, ook zonder de overgang naar de telegrafie, reeds wenschelijk geworden zijn uit anderen hoofde. Immers, door de meerdere eischen die de ingewikkelder wordende navigatie (vliegen bij nacht en in de mist!) aan den piloot ging stellen, werd ook reeds het telefoneeren voor hem bezwaarlijk, terwijl tevens de radioverbinding om dezelfde reden, nl. de meerdere noodige gegevens voor de navigatie, nog meer aandacht ging opeischen. Het meenemen van een specialen marconist was tegelijkertijd ook practisch mogelijk geworden, doordat grootere vliegtuigen gebouwd werden, waarbij meer plaats kwam in de cockpit.

De radiodienst voor de civiele luchtvaart werkt dus tegenwoordig vrijwel uitsluitend met telegrafie. Door internationale overeenkomst zijn hiervoor aan de vliegtuigzenders de golflengten 600, 900, 918 en 932 m toegewezen, waarvan 600 m alleen voor vluchten boven zee gebruikt mag worden.

De zender

De zender van de installatie V.R. 18 is ingericht voor ongedempte en voor toon-telegrafie. Bij ongedempte telegrafie wordt in het rhythme van de te seinen Morse-teekens een hoogfrequente trilling uitgezonden. Deze trillingen worden opgewekt in een stuurtrap *S* (zie *fig. 2*), die een oscilleerende lamp (de z.g. stuurlamp) en een afstemkring bevat. De opgewekte trillingen worden versterkt in een versterkertrap *V* met twee parallel geschakelde lampen, in wier plaatkring de versterkte energie aan de zendantenne *A* wordt overgedragen. Bij deze schakeling is een goede constantheid van de frequentie gewaarborgd, omdat de terugwerking

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

van de antenne op de oscillator (stuurkring) zeer klein is. Voor de regeling van de frequentie bevat de afstemkring van de stuurtrap een draaicondensator, die met behulp van veerende nokken op vier voorkeurstanden kan worden vastgezet. Deze vier standen beantwoorden aan de bovengenoemde vier internationaal vastgestelde golflengten. De nokken zijn echter verstelbaar, met het oog op een eventueele wijziging dezer golflengten.

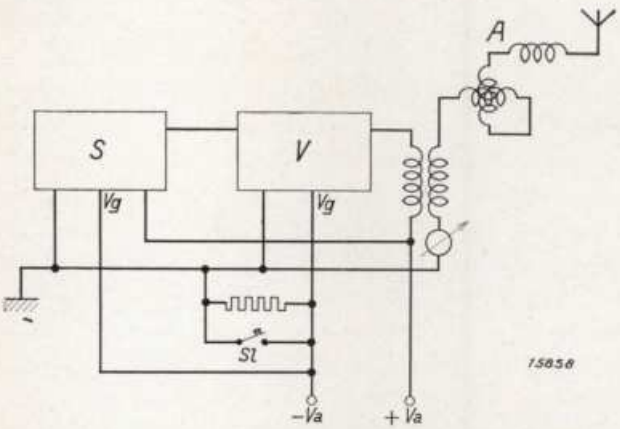


Fig. 2. Principeschema van de zender (type V.Z. 18). *S* is de stuurtrap, waarin de gewenschte frequentie opgewekt wordt, *V* de versterker, die twee parallel geschakelde lampen bevat, *A* de antennekring met koppeling, afstem-variometer en stroommeter. De spanningsafval op de parallel aan de seinsleutel *St* liggende weerstand staat als negatieve rooster-voorspanning V_g op alle lampen en verhindert dus het zenden. Met behulp van de seinsleutel wordt deze weerstand kortgesloten en dus in het rhythme van de Morse-teekens de hoogfrequente golf uitgezonden.

Aan de roosters van de stuurlamp en de versterkerlampen ligt een hooge negatieve spanning V_g die de trilling onderdrukt. Het seinen geschiedt door deze negatieve spanning in het rhythme van de Morse-teekens op te heffen (z. fig. 2).

Door middel van een, in serie met de seinsleutel geschakelde, roteerende onderbreker kan de uitgezonden hoogfrequente trilling nog 1000 maal per seconde onderbroken worden. Deze wijze van zenden, de toontelegrafie, wordt gebruikt voor het zoeken van een verbinding. Door de breedte van de frequentieband, tengevolge van de modulatie met de toon van 1000 per/sec, is een gemakkelijker afstemming mogelijk. Is de verbinding echter eenmaal tot stand gebracht, dan gaat de marconist tot de ongedempte telegrafie over, aangezien deze door het ontbreken van zijbanden minder stoort.

De Douglas-vliegtuigen op de Indië-route van de K.L.M. passeeren in Azië gebieden, waar de grondstations ver uit elkaar liggen. Om steeds tenminste met één station in verbinding te blijven, is hier een sterke zender noodig; het vermogen van de V.R. 18 bedraagt daarom 75 watt in de antennekring. De reikwijdte (bij gebruik van de sleepantenne, zie beneden) is hierbij minstens 600 km voor ongedempte, en 300 km voor toontelegrafie. Onder speciale omstandigheden kan de reikwijdte zeer aanmerkelijk grooter zijn; zoo is met deze installatie meerdere malen een afstand van meer dan 6000 km overbrugd. Bij het vliegen boven Europa, waar vele en goed-geoutilleerde vliegveld-radiostations bij elkaar liggen, is daarentegen (als er niet te veel atmosferische storingen zijn) reeds een tamelijk geringe zendenergie voldoende voor het maken van een goede verbinding. Ja, een overmatig sterke zender is hier zelfs ongewenscht, daar hij de verbinding zou kunnen storen, die andere vliegtuigen op dat moment met een grondstation hebben. De zendenergie van de V.R. 18 is daarom regelbaar gemaakt; door verhooging van de negatieve roostervoorspanning der versterkerlampen kan het antennevermogen op $^1/_2$ of op $^1/_4$ teruggebracht worden.

Fig. 3 laat het inwendige van de zender zien (het frame is uitgetrokken).

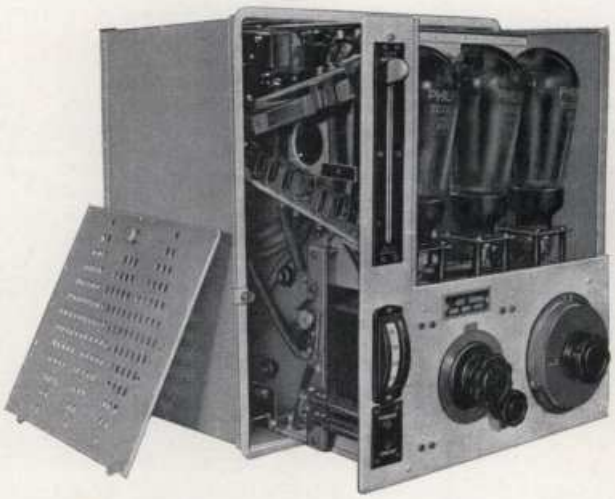


Fig. 3. De zender (type V.Z. 18), met uitgetrokken frame en afgenomen voorplaat. Huis en frame zijn van duraluminium.

De ontvanger

Bij het vliegen boven de schaarsch van vliegvelden voorziene gebieden in Azië moet het vliegtuig over een zeer gevoelige ontvanger beschikken. Voor het bereiken van een zeer groote gevoeligheid is het in dit geval gekozen superheterodynesysteem speciaal geschikt. Het schema van de schakeling is in *fig. 4* (vereenvoudigd) weergegeven. Als menglamp wordt een z.g. octode toegepast (*O*). Zij wordt voorafgegaan door een hoogfrequentieversterkertrap (*H*). De in de menglamp gemaakte middelfrequentie wordt wederom versterkt (in *M*), dan gelijkgericht (in *D*) en in de laagfrequentie-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

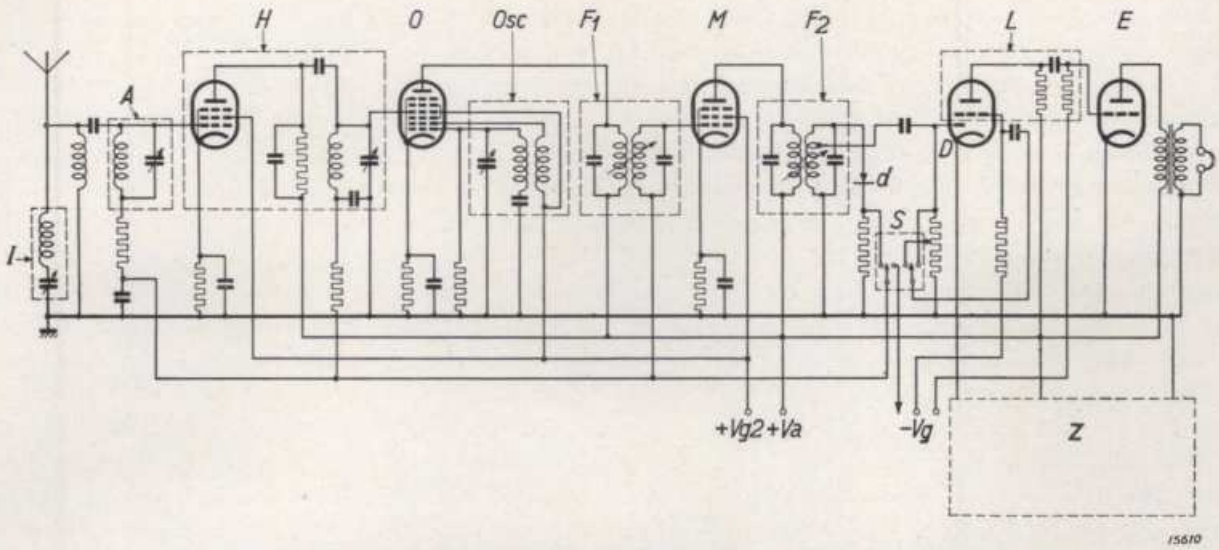


Fig. 4. Principeschema van de ontvanger (type V.O. 18). Het schema stelt een 5-lampen superheterodyne-schakeling voor, waarin beteekenen: *A* de eerste afstemkring; *H* de hoogfrequentie-versterkertrap; *O* de menglamp, tevens oscillatorlamp. *Osc* is de oscillatorkring, die afgestemd wordt op een trilling met (vrijwel) constant frequentieverschil (de middelfrequentie) ten opzichte van de afstemming van *A* en *H*. De drie draaicondensatoren van deze drie trappen zijn op één as gemonteerd. Verder is F_1 het eerste, F_2 het tweede middelfrequentie-bandfilter, waarin door een variabele koppeling de doorgelaten bandbreedte veranderd kan worden; daartusschen de middelfrequentie-versterkerlamp *M*. De middelfrequente signalen worden toegevoerd aan de diode *D*. In dezelfde ballon zit tevens de triode van de laagfrequentie-versterkertrap *L*. *Z* is de zwever, die een trilling genereert met een bepaald (regelbaar) frequentieverschil (meestal 1000 per/sec) ten opzichte van de middelfrequentie. Deze zwevertrilling wordt eveneens aan *D* toegevoerd, zoodat achter de gelijkrichtertrap een trilling van de verschilfrequentie (1000 per/sec) ontstaat. *E* is de eindtrap met de telefoontransformator.

De kring *I* wordt op de middelfrequentie afgestemd en vormt dus een kortsluiting voor een van een langegolf-zender komende draaggolf op de middelfrequentie (ongewenschte signalen). Met de schakelaar *S* kan de, op alle voorafgaande lampen *H*, *O*, *M* terugwerkende, automatische fadingcompensatie ingeschakeld worden (stand naar links), of de gevoeligheidsregeling met de hand (stand naar rechts). Voor het leveren van de gelijkgerichte uitgangspanning voor de automatische fadingcompensatie is een eigen detector *d* aangebracht. De diode *D* levert nl. door de koppeling met de zwever *Z*, ook reeds als er in het geheel geen signaal binnenkomt, een uitgangspanning die de gevoeligheid klein zou maken.

trap (*L*) nog eens versterkt. Voor het hoorbaar maken van de signalen van de ongedempte telegrafie (die op zichzelf na detectie geen hoorbare frequenties leveren) is een „zwever" ingebouwd. De zwever (*Z*) is een oscillator, die een trilling met een, iets van de middelfrequentie afwijkende, frequentie opwekt; door deze samen met de middelfrequente signalen te detecteeren, worden de Morse-teekens op de verschilfrequentie hoorbaar. De zwever-frequentie is regelbaar, zoodat de toonhoogte van de Morse-signalen willekeurig ingesteld kan worden. Dit bevordert het scheiden van zenders, welke op ongeveer dezelfde golflengte werken. De ontvanger is ingericht voor de golflengten van 520 tot 1300 m.

De met deze schakeling bereikte gevoeligheid is (op $\lambda = 600$ m) 10 mW uitgangsvermogen bij 0,75 μV amplitude van het inkomend signaal [1]); dit is ongeveer de hoogste gevoeligheid die momenteel bereikbaar is.

De gevoeligheid van de ontvanger kan met de hand geregeld worden of er kan een automatische fading-compensatie ingeschakeld worden (zie *S* in fig. 4), waarbij de ontvanger zich voortdurend op een vrijwel constant uitgangsvermogen instelt en het geluidsvolume met de hand op de gewenschte sterkte ingesteld wordt. Dit is speciaal voor het aanvliegen van radiobakens bestemd, omdat anders bij het naderen van het baken de geluidssterkte voortdurend bijgeregeld zou moeten worden.

Een tweede aan de ontvanger te stellen eisch is een groote selectiviteit. Deze is noodzakelijk voor het verkrijgen van een goede verbinding in druk bevlogen gebieden, en ook van belang voor het vliegen in de tropen, teneinde minder last te ondervinden van de daar zoo hevige atmosferische storingen. Bij de superheterodyne-schakeling kan gemakkelijk een groote selectiviteit verkregen worden. De middelfrequentie is nl. constant,

[1]) Volgens de gebruikelijke definitie van de gevoeligheid gemeten.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

zoodat hiervoor een groot aantal vast afgestemde kringen gebruikt kan worden (zie F_1 en F_2 in fig. 4). Soms echter is een zeer groote selectiviteit ongewenscht, met name bij ontvangst van een telefoniezender (door het afsnijden der zijbanden wordt de spraak vervormd of zelfs onverstaanbaar gemaakt) en nog meer bij het „uitluisteren"; de telegrafist let dan op of hij opgeroepen wordt door één van de vele grondstations, hij moet dus als het ware naar allen tegelijk luisteren. Daarom is de selectiviteit regelbaar gemaakt; de doorgelaten frequentieband kan ingesteld worden op een breedte van 3,8, 5,5 of 7,5 kiloper/sec. De kleinste bandbreedte dient voor ontvangst van ongedempte telegrafie, de middelste voor telefonie en toontelegrafie, de grootste voor het uitluisteren.

Fig. 5 geeft een foto van de ontvanger, met uitgetrokken frame.

Fig. 5. De ontvanger (type V.O. 18) met uitgetrokken frame. Huis en frame van duraluminium.

De antennesystemen

De Douglas vliegtuigen zijn voorzien van een sleepantenne, d.i. een 60 meter lange draad, die aan het einde met een gewicht verzwaard is, en tijdens de vlucht uit een koker onder de romp van het vliegtuig uitgelaten wordt. Het uitlaten en binnenhalen geschiedt met een haspel. Als tegencapaciteit dient de metalen vliegtuigromp.

Er zijn gevallen waar niet met de sleepantenne gewerkt kan worden. De vliegtijd tusschen twee nabij gelegen vliegvelden, bijv. Schiphol en Waalhaven, is, dank zij de groote snelheid der Douglasmachines, teruggebracht tot slechts eenige minuten; hier is geen tijd om de sleepantenne uit te laten. Toch is ook dan radioverbinding noodzakelijk, omdat tijdens de vlucht door het grondstation aanwijzingen omtrent de landing kunnen worden verstrekt. Trouwens, het is bij iedere landing wenschelijk om de sleepantenne bijtijds in te halen en toch tot het laatste oogenblik in verbinding met het vliegveldstation te blijven. Er is dus boven op de romp van het vliegtuig nog een vaste antenne gemonteerd. Vanzelfsprekend is dit ook de eenige mogelijkheid om met behulp van een radiobaken te landen.

De Douglas-vliegtuigen zijn gebouwd voor het vliegen tijdens elke weersgesteldheid. Bij het vliegen door onweersbuien zou de zeer lange sleepantenne het gevaar van blikseminslag kunnen vergrooten. Zij wordt daarom ingehaald en de verbinding moet op de vaste antenne gehandhaafd worden. Om dit, niettegenstaande de kleinere straling van de vaste antenne (deze heeft slechts ongeveer een kwart van de „effectieve hoogte" van de sleepantenne), ook bij grootere afstanden van het grondstation vrijwel zeker te waarborgen, is er speciale aandacht aan besteed, dat werkelijk een zoo groot mogelijk gedeelte van de beschikbare energie uitgestraald wordt. Niet alleen de sleepantenne, doch ook de vaste antenne is dus zorgvuldig aangepast aan de versterkertrap, met behulp van een speciale verlengspoel en tevens een speciale antennekoppeling. Het omschakelen van de sleepantenne naar de vaste antenne geschiedt in een oogenblik door een handig aangebrachte schakelaar.

De energie-voorziening

Dat het opvoeren van de vliegtuig-eigenschappen belangrijke consequenties voor de constructie van de radio-installatie tengevolge gehad heeft, is wel het duidelijkst te zien aan de wijze van energievoorziening. Hiervoor werd vroeger een buitenboord-generator toegepast, met een zelfregelende luchtschroef (de anodespanning en gloeispanning moesten immers constant blijven, d.w.z. het toerental van de aangedreven luchtschroef en generator moest binnen wijde grenzen onafhankelijk zijn van de „wind"-snelheid, d.i. de vliegtuigsnelheid). Met de toename van de vliegtuigsnelheid, die bereikt werd door alle, ook de kleinste, gedeelten van het vliegtuiglichaam in stroomlijnvorm uit te voeren, werd het gebruik van een buitenboordgenerator echter niet meer toegestaan wegens de daarmee gepaard gaande verhooging van de luchtweerstand.

Als energiebron voor de geheele radio-installatie dient nu bij de V.R. 18 de 12 volts boordbatterij. De gloeidraden worden direct hieruit gevoed. De anodespanningen voor de zend- en ontvanglampen worden door twee gescheiden, vanuit de batterij

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

bedreven omvormers geleverd. De anodespanning van de ontvanglampen moet goed vereffend en ontstoord zijn. Zij werd daarom vroeger aan droge batterijen ontnomen; de nu hiervoor dienende omvormer is een speciaal type met zeer kleine collectorstoring en een buitengewoon zorgvuldige ontstoring met behulp van condensatoren en zelfinducties.

De omvormer voor de zendlampen levert 500 V gelijkspanning bij 300 mA, de omvormer voor de ontvanglampen 200 V bij 40 mA. De boordbatterij, die tevens dient voor het starten van de vliegtuigmotoren, wordt tijdens de vlucht bijgeladen door een dynamo, die op deze motoren gemonteerd is. Ten opzichte van een buitenboord-generator heeft de batterij nog dit voordeel, dat het vliegtuig ook op de grond staande, bijv. na een noodlanding, een tijdlang een radioverbinding onderhouden kan.

Montage van de installatie

De zender is, samen met de bijbehoorende omvormer, in een hoekje van de bagageruimte opgesteld. Hij is aan veerende, z.g. „amortiseur" kabels opgehangen en zoodoende tegen stooten en trillingen beschermd. De ontvanger is op veerende rubbervoeten voor de plaats van den telegrafist gemonteerd (*fig. 6*), samen met het bedieningskastje, waarop o.a. de seinsleutel, verschillende schakelaars en de antennestroom-meter zitten. Er is een schaalverlichting aangebracht voor de nachtvluchten; de verlichting is regelbaar en zoo gemaakt dat de piloot er bij het uitkijken zoo weinig mogelijk hinder van ondervindt. De onderdeelen van zender en ontvanger zijn op uitneembare frames gemonteerd. Deze zijn, evenals de kasten en de omvormerhuizen, in duraluminium en aluminium uitgevoerd om het gewicht klein te houden. Het gewicht van de geheele installatie (zender, ontvanger, twee omvormers, haspel en doorvoering van de antenne, bedieningskastje, schakelaars, kabels en telefoon) bedraagt ongeveer 41 kg.

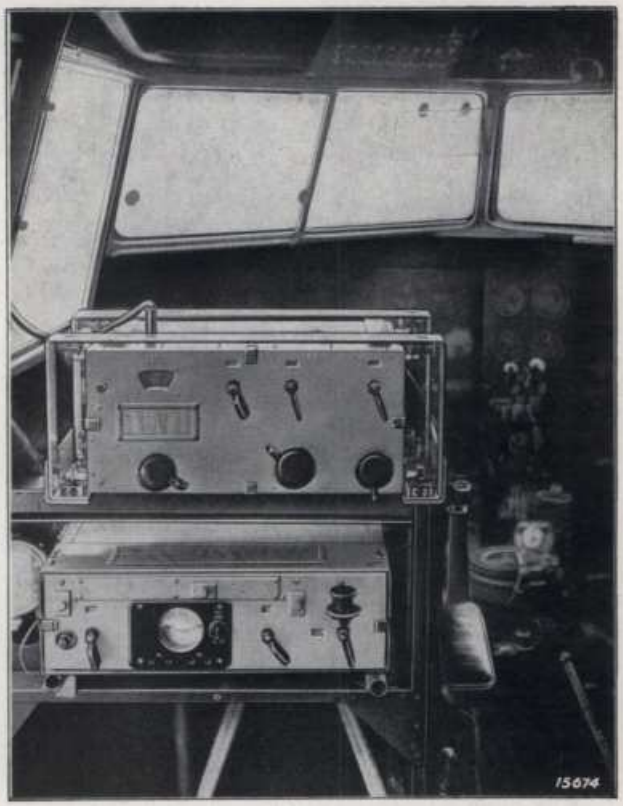


Fig. 6. Montage van de ontvanger (boven) en het bedieningskastje (beneden) voor de plaats van den telegrafist in de cockpit van een Douglas-vliegtuig.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

DE FOTOMETRIE VAN METAALDAMPLAMPEN

Samenvatting. Na een behandeling van de grondslagen der fotometrie van gekleurde lichtbronnen wordt een opstelling beschreven, waarmee in het Philips Laboratorium lichtstroomen van gasontladingslampen worden gemeten. Uitvoerig wordt ingegaan op de ervaringen, die bij de fotometrie van natrium- en kwiklampen zijn verkregen. De principiëele moeilijkheden, die zich voordoen bij de fotometrie van lichtbronnen, wier straling in spectrale samenstelling niet overeenkomt met die van de standaardlamp, traden vooral bij de meting van kwiklampen sterk voor den dag. Tenslotte worden pogingen besproken, om tot een overwinning van deze moeilijkheden te komen.

Inleiding

Door het toenemend gebruik van gasontladingslampen en wel speciaal van de metaaldamplampen, is de fotometrie van gekleurde lichtbronnen (heterochrome fotometrie) een belangrijk technisch probleem geworden. In het volgende zal worden nagegaan, hoe in dit laboratorium lichtstroomen van gekleurde lichtbronnen in de bol van Ulbricht worden gemeten en welke ervaringen hier werden opgedaan, bij de metingen aan natrium- en kwiklampen. Alvorens op de details van deze metingen in te gaan, zullen eenige grondslagen der heterochrome fotometrie worden besproken.

Iedere fotometrie berust op het vergelijken van helderheden. De speciale moeilijkheden, die bij het fotometreeren van gekleurde lichtbronnen optreden moeten gezocht worden in het feit, dat het begrip van gelijke helderheid van twee verschillend gekleurde vlakken physiologisch is en dus uit den aard der zaak niet op zuiver physische grondslag is vast te leggen. Het hangt af van de eigenschappen van het menschelijk oog. Vooral wanneer het kleurverschil zeer groot is, is de beslissing: „De vlakken A en B zijn even helder" moeilijk te nemen. Verschillende criteria van gelijke helderheid zijn denkbaar en worden ook toegepast, zooals uit het volgende moge blijken.

Directe vergelijking van helderheden

Twee verschillend gekleurde lichtbronnen verlichten de beide naast elkaar liggende vergelijkingsvelden van een fotometer („de vlakken A en B"). De lichtbronnen worden zoo ingesteld, dat de waarnemer de velden even helder verlicht „ziet". Het hieraan ten grondslag liggende criterium is practisch alleen dan goed bruikbaar, indien het kleurverschil klein is.

Stap-voor-stap-methode

Is het kleurverschil zoo groot, dat directe vergelijking moeilijk is, dan kan men met voordeel gebruik maken van meerdere tusschenstappen, d.w.z. de hulpvlakken A_1, A_2, ... A_n, die opeenvolgend zulke geringe kleurverschillen hebben, dat men A met A_1, A_1 met A_2, ... A_n met B direct in helderheid kan vergelijken.

Toepassing van de flikkerfotometer

Bij de flikkerfotometer worden de twee vlakken, waarvan de helderheden moeten worden vergeleken, met een bepaalde frequentie afwisselend in het gezichtsveld geprojecteerd. Bij kleine frequentie flikkert het gezichtsveld in helderheid èn in kleur. Vanaf een bepaalde frequentie vloeien de kleuren in elkaar tot een gemengde kleur, terwijl bij ongelijke helderheid der twee vlakken nog een flikkeren van de helderheid blijft bestaan. Bij de laagste frequentie, waarbij het flikkeren van de kleur reeds is verdwenen, kan nu door variatie der helderheden een scherpe instelling gevonden worden, waarbij ook het flikkeren van de helderheid verdwijnt. Dit verdwijnen is te beschouwen als een ander criterium voor de gelijke helderheid van de twee vlakken.

Het is van groot belang, dat onder bepaalde voorwaarden, die door Ives [1]) zijn vastgesteld, het oordeel over gelijkheid van helderheden de volgende wetmatigheden bevredigt:

1) Blijkt dat de helderheid h_1 gelijk is aan de helderheid h_2 en dat h_2 gelijk is aan h_3, dan is ook $h_1 = h_3$ (Transitieve wet).

2) Wordt gevonden $h_1 = h_3$ en $h_2 = h_4$ dan is ook $h_1 + h_2 = h_3 + h_4$ (Additieve wet).
$h_1 + h_2$ is de indruk van de som der stralingen, die ieder voor zich h_1 en h_2 zouden geven.

Aan de transitieve wet moet voldaan zijn, wil men ooit aan de helderheid slechts één bepaalde

---

[1]) H. E. Ives, Phil. Mag. **24**, 149, 352 en 853, 1912. De gezichtshoek van het fotometerveld moet ongeveer 2° bedragen, wat met de z.g. gele vlek van het netvlies correspondeert. Hierop wordt later nog nader teruggekomen. De helderheid moet tenminste 10 kaars/m² bedragen (bij lagere helderheden treedt het Purkinje-effect op, ten gevolge van een verschuiving van de spectrale verdeeling der ooggevoeligheid). Zij mag aan de andere kant natuurlijk niet zoo hoog zijn, dat verblinding optreedt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

waarde kunnen toekennen. Maar eerst de additieve wet opent een principiëel eenvoudige weg tot objectieve, d.i. van het oog van den waarnemer onafhankelijke fotometrie.

Ooggevoeligheidskromme en physische helderheidsdefinitie

Het oog is het gevoeligst voor straling met een golflengte in de buurt van 5550 Å, zoodat van alle stralingen, die eenzelfde helderheidsindruk verwekken, een monochromatische (groene) straling met een golflengte van 5550 Å de kleinste energie heeft. De verhouding van de energie van deze straling tot de energie van een even heldere straling met golflengte λ wordt als de relatieve ooggevoeligheid $V(\lambda)$ voor de golflengte λ gedefiniëerd:

$$V(\lambda) = \frac{E_{5550}}{E(\lambda)}$$

Verschillende onderzoekers hebben van een groot aantal waarnemers de relatieve ooggevoeligheid als functie van de golflengte bepaald [2]). Een gemiddelde van de waarnemingen is vastgesteld als internationale ooggevoeligheidskromme [3]).

Gebruik makende van de additieve wet kan men nu een objectieve maat H invoeren voor de helderheid van een straling met willekeurige spectrale verdeeling. De helderheid van een straling, die uit licht van verschillende golflengten λ_1, λ_2 ... is samengesteld, kan, dank zij de additieve wet, evenredig worden gesteld aan de som van de producten van de ooggevoeligheden $V(\lambda_1)$, $V(\lambda_2)$... en de bijbehoorende stralingsenergieën E_1, E_2 ... In praktische eenheden luidt de helderheidsdefinitie:

$H = 621 \Sigma V(\lambda_n) E_n$ lumen/m² en ruimtehoekeenheid [4])

In het algemeen is de intensiteit continu over het spectrum verdeeld en wij moeten de som door een integraal vervangen:

$$H = 621 \int_0^\infty V(\lambda)\, E(\lambda)\, d\lambda \quad \text{kaars/m}^2 \qquad (1)$$

Meting van de helderheid

Voor de fotometrie zou men willen beschikken over een waarnemer, wiens ooggevoeligheidskromme voldoende met de internationale overeenstemt. De praktijk heeft echter uitgewezen, dat aan deze eisch bijna nooit is te voldoen. Men heeft daarom uitgezien naar een eenvoudige methode om een kleine groep van waarnemers uit te zoeken, waarvan het gemiddelde resultaat voldoende betrouwbaar is. Daartoe moest men eerst de afwijking tusschen de ooggevoeligheidskromme van een waarnemer en de internationale ooggevoeligheidskromme kunnen vastleggen. De hiervoor door Ives en Kingsbury [5]) voorgestelde proef bestaat in de bepaling van de doorlating van een geel en een blauw vloeistoffilter (waterige oplossingen van kaliumbichromaat en kopersulfaat van bepaalde concentraties in cuvetten, die inwendig nauwkeurig 1 cm wijd zijn) voor het licht van een kooldraadlamp op bepaalde temperatuur. De vloeistoffilters zijn zoo gekozen, dat de doorlatingen voor het „internationale oog" gelijk zijn. De waarde van de „geel-blauw verhouding"

$$R_{gb} = \frac{\text{Doorlating geel filter}}{\text{Doorlating blauw filter}}$$

van een waarnemer is nu een maat voor de afwijking van zijn ooggevoeligheidskromme ten opzichte van de internationale kromme. Kiest men de waarnemers dusdanig, dat de gemiddelde waarde van de „geel-blauw verhouding" van alle waarnemers = 1 is, dan zal volgens Ives en Kingsbury ook bij een betrekkelijk klein aantal waarnemers het gemiddelde van hun meetresultaten in goede overeenstemming zijn met de resultaten, die men volgens de internationale ooggevoeligheidskromme zou moeten verwachten. Hierbij moet echter in het oog gehouden worden, dat deze methode, die oorspronkelijk is aangegeven voor de fotometrie van gloeidraadlampen, die weinig in kleur verschillen, bij de fotometrie van metaaldamplampen niet zonder voorbehoud mag worden toegepast.

Beschrijving van de fotometrische opstelling

De sinds jaren in dit laboratorium toegepaste opstelling [6]) heeft vooral ten doel, de lichtstroomen van gasontladingslampen voor gelijkstroom en wisselstroom te meten. Dit gebeurt hier met behulp van een bol volgens Ulbricht, die tevoren met behulp van een lamp van bekende lichtstroom wordt geijkt. *Fig. 1* geeft een schema van de opstelling; het bijschrift vermeldt enkele speciale bijzonderheden. Het gebruik van de flikkerfotometer voor metingen van wisselstroomlampen leek aanvankelijk niet gewenscht, omdat bij het meten van wisselstroomlampen moeilijkheden werden ge-

[2]) K. S. Gibson en E. P. T. Tyndall, Bur. Stand. Sci. Pap. Nr. 475, 131, 1923.

[3]) Proc. international comission of Illumination, 6th meeting, Geneva, blz. 67 en 232, Juli 1924; zie ook D Judd, J. O. S. A. **21**, 267, 1931.

[4]) Hier is E in watt/m² en ruimtehoekeenheid gemeten. (1 lumen/m² en ruimtehoekeenheid = 1 kaars/m² = 10^{-4} stilb.)

[5]) H. E. Ives en E. F. Kingsbury, Trans. ill. Eng. Soc. **9**, 795, 1914; **10**, 259, 1915.

[6]) P. Clausing, Physica **2**, 731, 1935.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

vreesd door zwevingen tusschen de wisselstroomen en de flikkerfrequentie. Om deze reden werd de directe vergelijking toegepast en het kleurverschil voldoende klein gehouden door de kleur van het vergelijkingsveld met behulp van een filter aan te

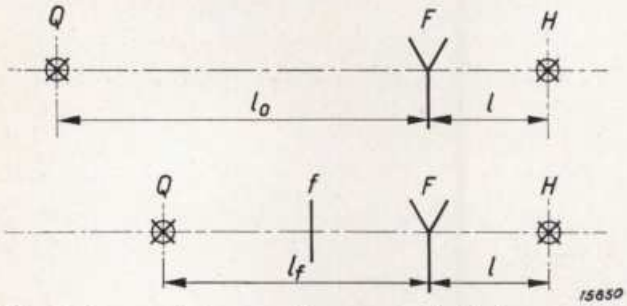


Fig. 2. Fotometrische opstelling om de doorlating van het filter f te bepalen.
Q = standaardlamp
H = hulplamp
f = filter
F = flikkerfotometer

passen aan de kleur van de gasontlading [7]). De flikkerfotometer wordt echter wel gebruikt voor de bepaling der doorlating van het filter. Zoodoende vereischt de bepaling van de lichtstroom van een gasontladingslamp drie metingen, waarvan I en II voor elke soort lamp in principe maar één keer hoeven te worden uitgevoerd, nl.:

I) de ijking van het filter,

II) de ijking van de bol van Ulbricht met behulp van een lamp van bekende lichtstroom,

III) de meting van de lichtstroom van een gasontladingslamp met behulp van de bol volgens de filtermethode.

IJking van het filter

Met behulp van een flikkerfotometer F (Schema *fig. 2*) bepaalt men op de fotometerbank de horizontale lichtsterkte van een gloeilamp Q van bekende lichtstroom L, die later voor de ijking van de bol van Ulbricht wordt gebruikt. De meting wordt twee keer uitgevoerd, met en zonder het filter f in de lichtweg van Q. Uit de verkregen instellingen l_f en l_o wordt de doorlating van het filter bepaald:

$$D = \left(\frac{l_f}{l_o}\right)^2$$

IJking van de bol van Ulbricht

Gebruikmakende van een bol van Ulbricht in de opstelling van het schema *fig. 3* fotometreert men de standaardlamp Q, d.w.z. men bepaalt de afstand

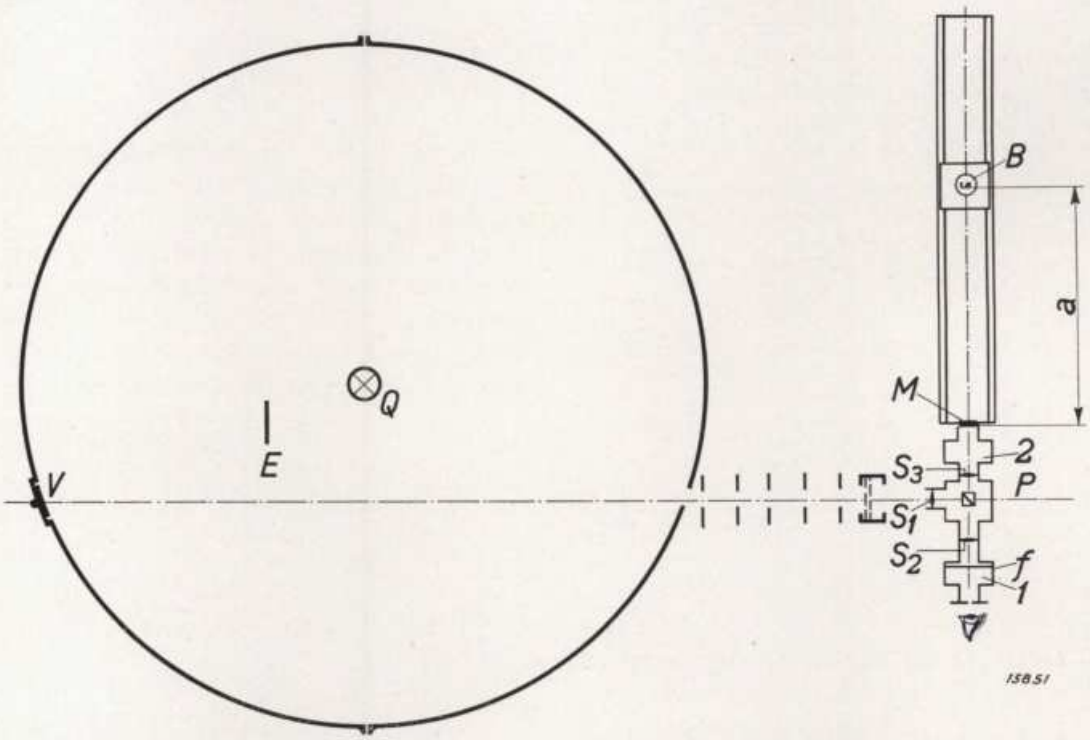


Fig. 1. Constructie van de bol volgens Ulbricht.

Het inwendige van de bol is met een verflaag bedekt, waarvan de reflectiecoëfficient in eerste benadering onafhankelijk is van de golflengte. Q = ijklamp, V = meetvlak, E = ondoorzichtig, wit scherm, M = melkglas, B = bandlamp voor fotometrische vergelijking, P = fotometer, S_1 = lens, ter afbeelding van V op het brandpunt van S_2, S_3 = lens, ter afbeelding van M op het brandpunt van S_2, 1 en 2 = filterbakjes, f = filter. De meting van lichtstroomen met behulp van de bol van Ulbricht berust op het feit, dat de verlichting van ieder deel van het oppervlak, dat tegen het directe licht van de lamp is beschermd (zooals hier het meetvlak V), evenredig is met de totale lichtstroom. De verlichting van V wordt bepaald door haar fotometrisch te vergelijken met die van het melkglas M.

[7]) Soortgelijke methoden worden ook door andere laboratoria toegepast, b.v. G. T. Winch, E. H. Palmers, C. F. Machin, B. P. Dudding, G. E. C. Journal **5**, No. 3, Aug. 1934. H. Buckley, Ill. Eng. **27**, 118 en 148, 1934.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

a tusschen het melkglazen venster *M* en de vergelijkingslamp *B*, waarvoor men een wolfraambandlamp neemt, dusdanig, dat beide velden van de fotometer van Lummer en Brodhun, bekeken door het filter *f*, er even helder uitzien.

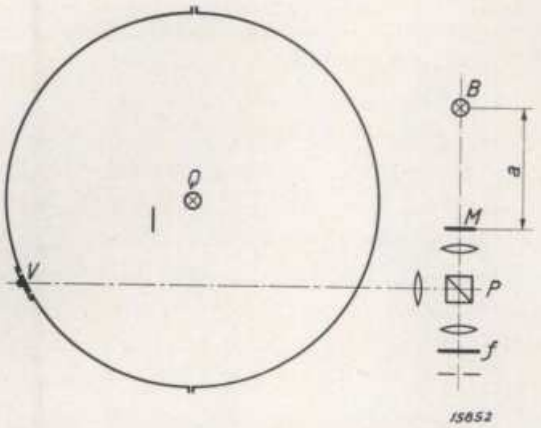


Fig. 3. Schema der opstelling voor de ijking van de bol van Ulbricht. Het filter *f* is zóó geplaatst, dat het licht van Q en het licht van *B* beide door het filter moeten passeeren.

Meting van lichtstroomen van gasontladingslampen

De gasontladingslamp *G* wordt in de opstelling van *fig. 4* met behulp van de vergelijkingslamp *B* gefotometreerd. Het filter *f* is in tegenstelling met de ijking zóó geplaatst, dat het licht uit de bol van Ulbricht niet door het filter gaat. Wordt

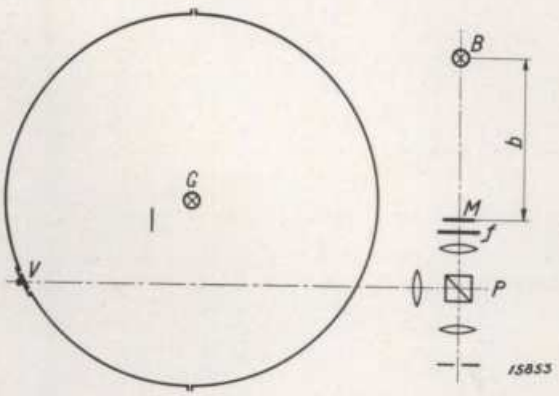


Fig. 4. Schema der opstelling voor de bepaling van lichtstroomen. Het filter *f* is zóó geplaatst, dat alleen het licht van *B* gefiltreerd wordt.

bij de fotometrische meting de afstand *b* tusschen *M* en *B* ingesteld, dan bedraagt de lichtstroom der gasontladingslamp:

$$L_G = L.\ D.\ \frac{a^2}{b^2} = L \cdot \left(\frac{l_f}{l_o} \cdot \frac{a}{b}\right)^2 \text{ lumen}$$

Filters

Er worden filters van gekleurde gelatine gebruikt, de zg. Wratten-filters. De voor verschillende lichtsoorten gevonden beste combinaties zijn in *tabel I* samengesteld.

Tabel I. Beste combinaties van Wratten-filters voor de aanpassing van de straling van een wolfraam-bandlamp aan verschillende lichtsoorten.

Lichtsoort	Golflengte in Å (hoofdzakelijk)	Combinatie van Wratten filters Nr.
natriumlicht	5890; 5896	23A + 57
kwiklicht	4358; 5461; 5770; 5790	38 + 51
groene kwiklijn	5461	62
gele kwiklijn	5770; 5790	61+22

In tabel I zijn ook filters opgegeven voor de fotometrie van enkele kwiklijnen afzonderlijk. In dat geval moet natuurlijk ook het kwiklicht het filter passeeren. Men moet dus meten met de opstelling van fig. 3. De absorptie van het filter voor geel resp. groen kwiklicht wordt in een afzonderlijke meting met behulp van een fotocel bepaald [8]).

Resultaten

De aanpassing van de gefiltreerde straling der vergelijkingslamp aan kleur en spectrale verdeeling van het natriumlicht is in het algemeen zeer bevredigend. De fotometrie van kwiklampen levert daarentegen meer moeilijkheden op, vooral door het feit, dat de kleur van het kwiklicht tijdens de snelle technische ontwikkeling van de lichtbron in de laatste jaren sterk veranderde. Bovendien bestaan er voor de aanpassing van de spectrale verdeelingen van vergelijkingslamp en kwiklamp niet zulke geschikte filters als in het geval van de natriumlamp.

Ter controle der betrouwbaarheid van de metingen werd van sommige kwiklampen behalve de geheele lichtstroom ook de lichtstroom van de groene en gele lijnen afzonderlijk bepaald. De som van de laatste twee moet tot op enkele percenten overeenstemmen met de geheele lichtstroom, omdat het blauwe licht zeer weinig tot

[8]) De bepaling van absorptiecoëfficiënten met behulp van de fotocel is natuurlijk alleen toelaatbaar, wanneer de straling door absorptie geen wijziging in de spectrale samenstelling ondergaat. Dit is bijv. het geval bij de verzwakking van een monochromatische straling.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

de lichtstroom bijdraagt. *Tabel II* geeft enkele resultaten, die als bevredigend mogen worden beschouwd.

Tabel II. Lichtstroom (lumen) van de groene en gele lijn afzonderlijk alsmede de totale lichtstroom van kwiklampen.

Lamp	groene lijn	gele lijn	groen + geel	totaal	verschil in percent
1	9085	10350	19435	20600	—5,6
2	3530	3456	6986	7187	—2,8
3	2075	2190	4265	4320	—1,3
4	5285	5640	10925	11030	—1,0
5	3195	3214	6409	6575	—2,5
6	7948	9209	17157	12800	—3,6
7	3300	3310	6610	6850	—3,5
8	5010	5275	10285	10590	—2,5
9	6610	6610	13220	13800	—4,3

Bij verdere uitbreiding der metingen en verandering van het corps der waarnemers is echter gebleken, dat de fotometrische instelling tengevolge van het kleurverschil van de fotometervelden op de duur niet reproduceerbaar is. *Tabel III* laat

Tabel III. Vergelijking lichtstroomen (lumen) van kwiklampen gemeten door twee waarnemers in Februari en Augustus.

Lamp	Datum	Waarnemer	Filtermethode	Verschil %	Flikkermethode	Verschil %
A	Februari	R	7940	1,0	7000	1,7
		K	7860		6860	
B	Augustus	R	9140	8,4	8290	1,2
		K	8370		8190	

De resultaten, welke de twee waarnemers met behulp van de filtermethode verkrijgen, stemmen in Februari behoorlijk overeen, zijn daarentegen in Augustus sterk verschillend. Bovendien bestaat (behalve bij den waarnemer K in Augustus) een aanzienlijk verschil tusschen de uitkomsten met behulp van de filtermethode en die met behulp van de flikkerfotometer.

zien, dat de metingen der twee waarnemers R en K, die in Februari behoorlijk overeenstemden, in Augustus sterk van elkaar verschilden. In de tweede kolom zijn de uitkomsten van dezelfde waarnemers opgegeven, die verkregen werden, wanneer in plaats van de directe vergelijking de flikkerfotometer werd toegepast. Hier valt van een plotselinge sprong in de resultaten van de waarnemers niets te bespeuren. Daaruit zal men kunnen concludeeren, dat de plotselinge anomalie niet door een verandering van de ooggevoeligheidskromme werd veroorzaakt.

De in gang zijnde onderzoekingen, die tot doel hebben de reproduceerbaarheid van de metingen te verbeteren, worden in drie richtingen geleid.

Verkleining van het gezichtsveld

Zooals Ives (zie noot [1])) heeft aangetoond, zijn de met de flikkerfotometer verkregen resultaten alleen betrouwbaar, indien het fotometerveld niet grooter is dan 2°. Ook bij de resultaten, die uit directe vergelijking volgden, blijkt nu een systematisch verschil te bestaan tusschen de uitkomsten, die zijn verkregen met een opening van 6° en met een openingshoek van 2°. Zooals wel te verwachten was, sluiten de met 2° verkregen resultaten beter aan bij de uitkomsten van de flikkerfotometer. *Tabel IV* geeft resultaten van metingen weer, die aan een-

Tabel IV. Lichtstroomen (lumen) van drie kwiklampen, gemeten met behulp van de flikkerfotometer en de gelijkheidsfotometer bij gezichtsvelden van 2° en 6° [9]).

Lamp	Waarnemer	Flikkerfotometer gez. veld 2°	Flikkerfotometer gez. veld 6°	Verschil %	Gelijkheidsfotometer gez. veld 2°	Gelijkheidsfotometer gez. veld 6°	Verschil %
kwiklamp I	V	6875	6745	+1,9	7140	7850	+9,9
	R	6955	7000	+0,6	7475	7940	+6,2
	K	6925	6860	—0,9	7440	7860	+5,6
kwiklamp II	V	8245	8245	0,0	8635	9385	+8,7
	R	8550	8280	—3,1	8965	9615	+7,2
	K	8300	8220	—1,0	8830	9320	+5,5
kwiklamp III	V	8195	8175	—2,4	8675	9485	+9,3
	R	8475	8375	—1,2	9130	9595	+5,1
	K	8290	8320	+0,4	8940	9440	+5,6

Bij toepassing van de gelijkheidsfotometer blijkt de reductie van het gezichtsveld van 6° tot 2° de uitkomsten voor de lichtstroom (vooral bij den waarnemer V) aanzienlijk te verlagen. Bij toepassing van de flikkerfotometer is de invloed van de grootte van het gezichtsveld minder sterk. Het verschil tusschen de uitkomsten, verkregen met de flikkerfotometer en de gelijkheidsfotometer, wordt door verkleining van het fotometerveld wel verminderd, maar niet opgeheven.

zelfde lamp zijn verricht met 6° opening en 2° opening zoowel door directe vergelijking als met behulp van de flikkerfotometer.

---

[9]) Het veld van de flikkerfotometer met 6° gezichtshoek (type Bechstein) bestaat uit twee deelen; het inwendige gedeelte van 2° flikkert in tegenfase met het uitwendige gedeelte. De ervaring, dat (in tegenspraak met de opgaven van Ives) de resultaten met 6° en 2° practisch overeenstemmen is misschien toe te schrijven aan het feit, dat de waarnemer zich alleen op het inwendige veld concentreert.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Toepassing van de flikkerfotometer ook voor wisselstroomlampen

Een tweede mogelijkheid om beter reproduceerbare resultaten te verkrijgen bestaat in het vermijden van de directe vergelijking. De metingen met de flikkerfotometer bleken niettegenstaande de zwevingen, die bij het meten van wisselstroomlampen optreden, boven verwachting reproduceerbaar (zie *tabel V*). Aangezien echter, zooals blijkt uit tabel III, in drie van de vier gevallen bij de directe vergelijking der twee fotometervelden aanzienlijk hoogere helderheden van de

Tabel V. Reproduceerbaarheid van de meting van wisselstroomlampen met de flikkerfotometer.

Datum der meting	Natriumlamp 70 Watt	Natriumlamp 50 Watt	Kwiklamp 500 Watt	Kwiklamp 400 Watt
11.10.35	—	—	23400 lumen	15580 lumen
15.10.35	—	—	23400 „	15600 „
4.11.35	3400 lumen	2020 lumen	—	15650 „
16.11.35	—	2080 „	—	—
30.11.35	3450 „	2110 „	23670 „	15940 „
4.1.36	— „	—	23510 „	—
14.1.36	3410 „	2015 „	—	15690 „
24.1.36	—	—	—	15020 „
26.2.36	—	—	23300 „	—

De op verschillende dagen verkregen uitkomsten voor de lichtstroom van één lamp stemmen binnen de meetnauwkeurigheid van enkele percenten overeen.

kwiklamp werden gevonden dan met de flikkerfotometer, doet zich de vraag voor, of bij de meting van wisselstroomlampen met de flikkerfotometer systematische fouten optreden. Deze kwestie werd onderzocht aan een met 100 Hertz flikkerende lichtbron van bekende sterkte, die verkregen werd door voor een gelijkstroomlamp van bekende sterkte een roteerende sectorschijf van bekende gemiddelde doorlating te plaatsen. Het is gebleken, dat tusschen de fotometrisch gemeten doorlating van de sectorschijf en de uit de afmetingen berekende waarde, niet-systematische verschillen van ten hoogste $4^0/_0$ optreden, zoodat tegen de toepassing van de flikkerfotometer voor metingen van intermitteerend licht onder de hier gegeven omstandigheden geen ernstige bezwaren bestaan.

De physische meting der helderheid

Tenslotte kunnen alle subjectieve factoren, die bij de bepaling van lichtstroomen optreden, uitgeschakeld worden, door de helderheden van de fotometervelden langs zuiver physische weg te vergelijken. Men heeft hiertoe een lichtgevoelig toestel noodig, dat op straling van de golflengte λ evenredig met $E(\lambda)\,V(\lambda)$ (bijv. electrisch) reageert. Tevens is noodig, dat de reacties op stralingen van verschillende golflengte additief zijn. De verwezenlijking van een dergelijk toestel met gebruikmaking van een fotocel en filters werd uitvoerig beschreven door König [10]). De practische toepassing van deze objectieve methode is zeker zeer wenschelijk, omdat bij iedere subjectieve methode, die met weinig waarnemers wordt uitgevoerd, moeilijk kan worden beoordeeld, in hoeverre het resultaat aan verwachtingen beantwoordt, die gebaseerd zijn op de internationale ooggevoeligheidskromme. Er bestaan echter nog technische moeilijkheden, aangezien zeer hooge eischen moeten worden gesteld aan de onveranderlijkheid der eigenschappen van de fotocel en de filters. Het is wel te verwachten, dat deze moeilijkheden zullen worden overwonnen, zoodat de physische meting voor de toekomst als de aangewezen methode mag worden beschouwd.

Bewerkt door G. HELLER.

[10]) H. König, Helvetica Physica Acta **4**, 427 en 433, 1934.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

KORTE MEDEDEELINGEN

Een zeer gevoelige veerbalans

Het is van oudsher bekend, dat men krachten, in het bijzonder gewichten, kan meten door de verlenging van een spiraalveer. Zulke veerbalansen hebben verschillende voordeelen, zooals b.v. de uiterst eenvoudige bouw, de mogelijkheid om continu af te lezen, enz. Door de spiraalveer uit een zeer dunne kwartsdraad te vervaardigen (kwarts is zeer geschikt door zijn kleine elastische nawerking en zijn chemische indifferentie) gelukt het ook buitengewoon hooge gevoeligheden te bereiken, waardoor de toepassing voor talrijke doeleinden, speciaal ook voor micro-onderzoekingen, mogelijk wordt [1]).

Veerbalansen van het hieronder beschreven soort vinden technische toepassing bijv. voor de analyse van gassen, bij het controleeren van het ontgassen van metalen in hoogvacuumbuizen, verder kunnen zij bijv. dienen voor de contrôle van de vochtopname door textielweefsels en papier, voor de contrôle van de spreiding van smeermiddelen, en in het algemeen voor het meten van zeer kleine krachten en gewichten.

Bij het onderzoek van gassen maakt men veelal gebruik van het adsorptie-verschijnsel, waarbij het gas aan het oppervlak van een geschikte vaste stof gebonden wordt. Hangt men deze adsorbeerende stof aan de kwartsspiraal, in een ruimte, waar het gas ingeleid wordt, dan veroorzaakt de gewichtstoename van de stof tengevolge van de opgenomen hoeveelheid gas een verlenging van de spiraal. De verlenging kan met behulp van een kathetometer op 0,01 mm nauwkeurig worden afgelezen.

De gevoeligheid van zulk een veerbalans, d.w.z. de verlenging per aangehangen gewichtseenheid (cm/mg) is des te grooter, hoe dunner de kwartsdraad, hoe wijder de spiraal, en hoe meer windingen zij heeft. Met een draaddikte van 70 μ, een spiraaldiameter van 2,5 cm en 10 windingen is het hier gelukt een gevoeligheid te bereiken van 10 cm/mg. De in de kathetometer nog meetbare verlenging van 0,01 mm komt dus overeen met een gewicht van 1/1000 mg.

Om met deze groote gevoeligheid iets te kunnen beginnen, moet echter gezorgd worden, dat de grondbelasting van de kwartsspiraal, d.w.z. het totale gewicht, dat aan de spiraal hangt, zeer klein wordt. Bij de elders gevolgde techniek bedroeg die grondbelasting 500 tot 1000 mg. De spiraal met de gevoeligheid 10 cm/mg zou dus 5 tot 10 m langer moeten worden! Daarom werd hier een andere methode uitgewerkt: van de stof die het gas adsorbeeren moet worden eenige milligrammen (zoo weinig is al voldoende) door verdamping op een micaplaatje gebracht, dat slechts 5 μ dik is en een oppervlak heeft van $4 \times 6 = 24$ cm^2. Zulke laagjes die door verdamping zijn gevormd hebben een werkzaam oppervlak, dat vele malen grooter is (b.v. 50 maal) dan het meetkundige. Het micaplaatje met het er op gedampte laagje wordt aan de kwartsspiraal opgehangen (zie fig.), het weegt slechts ongeveer 25 mg, wat dus overeenkomt met een beginverlenging van de spiraal van 25 cm.

Een probleem op zichzelf is het vervaardigen van de kwartsspiralen. Dit gebeurt automatisch op een wikkelmachine, waarbij een kwartscylinder als kern wordt gebruikt. Gebruikt men draden, waarvan de sterkte niet meer dan 5 % schommelt, dan verkrijgt men zeer gelijkmatige spiralen, die vrij van spanningen zijn. De kwartsdraden worden volgens een bijzondere methode vervaardigd en microscopisch nagemeten.

C. J. Dippel.

[1]) Zie bijv. J. W. Mac Bain en A. M. Bakr, J. Am. chem. Soc. **48**, 690, 1926.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

OVERZICHT VAN RECENTE WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN*)

No. 1050: J. H. de Boer and C. F. Veenemans: Adsorption of alkali metals on metal surfaces. VI. The selective photoelectric effect (Physica **2**, 915-922, Nov. 1935).

Alkali-atomen worden aan metaaloppervlakken eerst geadsorbeerd in de vorm van ionen. Vanaf een bedekkingsgraad Θ_i worden atomen geadsorbeerd, die onmiddellijk naast een ion komen te liggen. Bij bedekkingsgraden $\geqq \Theta_m$ worden ook atomen geadsorbeerd, die naast andere alkaliatomen liggen en niet direct naast een ion. De schrijvers onderzochten de adsorptie van natrium aan wolfraam. Bij kleine bedekkingsgraad treedt de gewone foto-electrische emissie van het wolfraam op, versterkt door de electrische dubbellaag, welke door de natriumionen wordt gevormd. Bij grootere bedekkingsgraad ($>\Theta_i$) draagt de selectieve foto-electrische emissie der geadsorbeerde atomen belangrijk bij tot de stroom. De atomen echter, die naast de ionen zijn geadsorbeerd ($\Theta_i<\Theta<\Theta_m$), emitteeren eerst bij betrekkelijk kleine golflengten in het ultraviolet hun electronen. Zoodra echter $\Theta>\Theta_m$ is, vindt men een selectief foto-electrisch effect voor langere golflengten. Dit is toe te schrijven aan de geadsorbeerde atomen, welke in de buurt van andere atomen minder sterk zijn gebonden, terwijl de ionen, die hieruit bij foto-ionisatie ontstaan, daar ter plaatse juist sterker worden gebonden dan in de buurt van een ander ion. — Dit artikel eindigt met een samenvatting der artikelen I tot en met VI.

No. 1051: J. A. M. van Liempt: Die Dampfdrucke der Metalle und ihre Verdampfungsgeschwindigkeit in Vakuum (Rec. Trav. chim. Pays-Bas **54**, 847-852, Nov. 1935).

Voor regulaire kristallen wordt een formule afgeleid voor de sublimatiesnelheid in vacuum als functie van de temperatuur, voor de sublimatiedruk als functie van de temperatuur en voor de sublimatiewarmte bij de sublimatietemperatuur. De bij verschillende metalen gemeten sublimatiesnelheid en sublimatiedruk blijken behoorlijk met de aldus berekende waarden overeen te stemmen.

No. 1052: J. van Niekerk: Changes in the sensitivity of rachitic rats for vitamin D (Arch. néerl. de physiologie de l'homme et des animaux **20**, 477-480, Oct. 1935).

Een vroeger (vóór het bestaan van standaardpreparaten) door den schrijver vastgestelde antirachitische dosis van het vitamine-D preparaat van Reerink en van Wijk scheen van Harreveld zeer klein in verband met de later door den schrijver in internationale eenheden opgegeven activiteit van dit preparaat. Deze discrepantie verklaart de schrijver nu op grond van de door hem uit een lange reeks van controle-ijkingen met de internationale standaard-preparaten geconcludeerde achteruitgang van de gevoeligheid van zijn stam van proefdieren.

No. 1053: E. J. W. Verwey and M. G. van Bruggen: Structure of solid solutions of Fe_2O_3 in Mn_3O_4 (Z.Kristallogr. **92**, 136-138, Oct. 1935).

De schrijvers onderzochten röntgenografisch de kristalstructuur van een serie vaste oplossingen van Fe_2O_3 in Mn_3O_4. Het blijkt, dat de tetragonale structuur van het Mn_3O_4 (Hausmanniet) bij toenemend gehalte aan Fe_2O_3 geleidelijk overgaat in de kubische spinelstructuur. De assenverhouding, die bij Mn_3O_4 1,16 bedraagt, heeft bij een atoomverhouding van Mn : Fe = 3 : 2 de waarde 1,0 bereikt, zoodat van deze samenstelling af de structuur niet langer van een met kubische symmetrie is te onderscheiden.

No. 1054: J. A. M. van Liempt und J. A. de Vriend: Die Schmelzzeit von Schmelzsicherungen. II (Z. Phys. **98**, 133-140, Nov. 1935).

Met behulp van een hoogvacuum-kathodestraaloscillograaf werden de smelttijden van verschillende smeltveiligheden bepaald voor verschillende kortsluitstroomen, die tot het 20-voudige van de grensstroom werden opgevoerd. Bij veiligheden van 2 tot

*) Van deze publicaties verstrekt de Administratie van het Natuurk. Laboratorium, Kastanjelaan, Eindhoven, op aanvrage gaarne overdrukken.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

25 A vond men in overeenstemming met vroegere onderzoekingen, dat het product van de smelttijd en het kwadraat van de optredende kortsluitstroom vrijwel constant is voor ieder type. De constante stemt met de theoretisch berekende waarden behoorlijk overeen. Tenslotte werden veiligheden voor nominaal 6 A gedurende een half uur met 6 A belast en daarna in deze vóórgewarmde toestand kortgesloten. Hun smelttijd bleek tot op de helft van de oorspronkelijke waarde te zijn gedaald.

No. 1055: E. J. W. Verwey: Electrolytic conduction of a solid insulator in high fields. The formation of the anodic oxide film on aluminium (Physica **2**, 1059-1063, Dec. 1935).

Als mechanisme van de vorming van de kristallijne oxydhuid bij de electrolytische oxydatie van aluminium wordt voorgesteld, dat Al-ionen onder invloed van het sterke veld in een primair gevormd huidje van dicht-gestapelde zuurstofionen worden getrokken, waarin dan een electrolytische geleiding plaatsvindt. Zooals de schrijver vroeger aantoonde, hebben wij hier te maken met γ'-Al_2O_3, een kubisch, vlakkengecentreerd zuurstofionenrooster, waarin de Al^{3+}-ionen op statistische wijze verdeeld zijn, nl. voor 70 % over de octaëderplaatsen en voor 30 % over de tetraëderplaatsen. De niet-bezette plaatsen kunnen dan fungeeren als de tusschenroosterplaatsen (Zwischengitterstellen) in de theorie der electrolytische geleiding door een vaste stof volgens Frenkel. Het berekende geleidingsvermogen stemt, wat de orde van grootte betreft, met de gemeten waarde overeen.

No. 1056: W. G. Burgers and J. L. Snoek: Lattice distortion and coercive force in single crystals of nickel-iron-aluminium (Physica **2**, 1064-1074, Dec. 1935).

Het verschijnsel van harden tengevolge van de neiging van moleculen om zich af te scheiden uit een oververzadigde, vaste oplossing werd röntgenografisch en magnetisch onderzocht aan éénkristallen van nikkel-ijzer-aluminium. Deze werden verkregen door de vloeistof éénzijdig af te koelen. De γ-phase, die zich zou willen afscheiden, vertoont zich niet onder normale hardingsomstandigheden, maar eerst bij verhitten boven 1000 °. Gedurende het hardingsproces zijn karakteristieke veranderingen waar te nemen aan de Röntgenbuigingslijnen van de α-phase. De schrijvers stellen zich de zaak zoo voor, dat er in het oorspronkelijke éénkristalrooster kernen met een afwijkende samenstelling zijn ontstaan, die door hun verschillende roosterafstand hun omgeving een beetje vervormen. Bij vermeerdering of vergrooting dezer kernen neemt de coërcitiefkracht toe tot een maximumwaarde om daarna terug te loopen. Men kan dit laatste verklaren door een plastisch meegeven van het materiaal, tengevolge waarvan het zijn structuur herstelt, of door te veronderstellen, dat de overgang naar de γ-phase werkelijk plaatsgrijpt, waarbij het meegeven dan tijdens de overgang gebeurt.

No. 1057: E. J. W. Verwey: Eenige vlakkengecentreerde roosters met onvolledig gerangschikte kationen (Chem. Wbl. **32**, 721-726, Dec. 1935).

De structuur van vele roosters wordt bepaald door de anionen, die beduidend grooter zijn dan de kationen. In het vlakkengecentreerde rooster der anionen liggen de kationen dan statistisch verdeeld over de beschikbare traëder- en octaëderplaatsen. Verschillende types van deze „gemiddelde structuren" onderscheiden zich van elkaar door een verschillende graad van ongeordendheid tengevolge van de thermische beweeglijkheid der kationen, of door het ál of niet aanwezig zijn van onbezette plaatsen in de statistische verdeelingen (vgl. ook nos. 1039 en 1040).

No. 1058: A. Bouwers: Die Leistungsfrage bei Röntgenaufnahmen (Röntgenpraxis **7**, 779-780, Nov. 1935).

In dit artikel wordt de veelvuldig voorkomende opvatting bestreden, dat het noodig zou zijn om het vermogen van Röntgenbuizen op te voeren teneinde de scherpte der Röntgenbeelden te verbeteren. Dit zou dan nl. moeten geschieden door de emitteerende vlek te vergrooten, waardoor juist de z.g. geometrische onscherpte U_g van het beeld toeneemt. De z.g. bewegingsonscherpte U_b zou weliswaar worden verminderd, doordat de belichtingstijd bij toenemend vermogen kleiner kan worden gekozen. De optimale scherpte van het Röntgenbeeld verkrijgt men echter indien: $U_b = U_g$. De conclusie luidt dan ook, dat bij eventueel kortere belichtingstijden slechts dán betere beelden zullen worden verkregen, indien dit (door gevoeliger filmmateriaal) met minder vermogen mogelijk zou worden.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!